Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus – dargestellt am Beispiel der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
(Dr. rer. pol.)

der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von Dipl.-Kfm. Werner Schläger
aus Altdorf (Kreis Nürnberger Land)

1976

Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus - dargestellt am Beispiel der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
(Dr. rer. pol.)

der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von Dipl.-Kfm. Werner Schläger
aus Altdorf (Kreis Nürnberger Land)

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Referent: Prof. Dr. M. Meyer
Korreferent: Prof. Dr. P. Mertens

Nürnberg, den 9. November 1976

Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus - dargestellt am Beispiel der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Einleitung und Übersicht 1

2. Problemstellung und Ziele 3
   2.1. Das Problem der Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus 3
      2.1.1. Das Krankenhaus und die allgemeinen Ziele des Krankenhausträgers 3
      2.1.2. Bedarf und Angebot an Krankenhausleistung 4
      2.1.3. Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten als Mittel zum Ausgleich von Angebot und Bedarf an Krankenhausleistung 9
   2.2. Das Zielsystem bei der Planung der Aufnahme stationärer Patienten 12
      2.2.1. Die Ziele der Patienten 13
      2.2.2. Die Ziele der im Krankenhaus Beschäftigten 13
      2.2.3. Die Ziele des Krankenhausträgers 14
      2.2.4. Gesamtwirtschaftliche Ziele 15
   2.3. Zielkonflikte 15

3. Untersuchungen und Ansätze zur Lösung des Problems der Aufnahme stationärer Patienten 17
   3.1. Klassifizierung der Untersuchungen und Ansätze 17
   3.2. Überblick über die Entwicklung der Aufnahmeplanung 20
   3.3. Datenanalysen 23
   3.4. Ansätze zur Lösung von Teilproblemen der Aufnahmeplanung 24
   3.5. Bekannt gewordene Anwendungen 30
   3.6. Beurteilung der Lösungsansätze 31

4. Die Datenanalyse in der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg 33
   4.1. Beschreibung der Klinik 33
   4.2. Beschreibung des Datenmaterials 35
   4.3. Fehler in den erfaßten Daten 39

Seite

4.4. Die Auswertung der Daten 40
4.4.1. Die Zuordnung von Krankheiten zu Stationen 40
4.4.2. Die Ankünfte von Notfallpatienten 48
4.4.3. Die Anfragen nach Betten 52
4.4.4. Der Patientenfluß in der Klinik 55
4.4.5. Die Verweildauern der Patienten 58
4.4.6. Clusteranalyse der Verweildauerhäufigkeiten 60
4.5. Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in der Medizinischen Klinik 72

5. Das Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten 73
5.1. Zielsetzung 73
5.2. Übersicht über das Gesamtmodell 73
5.3. Die Planungsebene 76
5.4. Der Planungshorizont 77
5.5. Die Modellparameter 79
5.5.1. Die Umweltdaten 79
5.5.2. Die unabhängigen Variablen 79
5.5.3. Die Entscheidungsvariablen 79
5.6. Das Kapazitätsmaß und die Einteilung der Kapazitäten 79
5.7. Die Klassifizierung der Patienten 83
5.8. Die Kapazitätsplanung 84
5.8.1. Die Bestimmung der Kapazitäten für Notfallpatienten 84
5.8.2. Die Bestimmung der Kapazitäten für Nichtnotfallpatienten 91
5.9. Die Terminplanung 91
5.9.1. Die Bestimmung der insgesamt verfügbaren Kapazität 92
5.9.2. Die Bestimmung der Belastung der Kapazität 92
5.9.3. Die Schätzung der Verweildauern der Patienten 105
5.9.4. Die Bestimmung der noch verplanbaren Kapazität 109
5.9.5. Die Bestimmung des Kapazitätsanspruchs des aufzunehmenden Patienten 109
5.9.6. Die Bestimmung des Aufnahmetermins 110
5.9.7. Die Einführung einer Prioritätsregelung 113
5.9.8. Eine Vereinfachung des Verfahrens 113

Seite

5.10. Die Überwachung und Anpassung von Modellparametern 114
5.10.1. Die Überwachung der Ankunftsraten 115
5.10.2. Die Anpassung der Verweildauerverteilungen 118
5.11. Der Ausgleich von Planungsfehlern 121
5.11.1. Maßnahmen bei Kapazitätsüberlastungen 121
5.11.2. Maßnahmen bei Kapazitätsunterschreitungen 124
5.12. Die Entscheidungsträger 124

6. Die Realisierung des Modells mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung 126
6.1. Der Systemvorschlag 127
6.1.1. Die Stellung der Aufnahmeplanung im Rahmen eines Krankenhausinformations- und -steuerungssystems 127
6.1.2. Allgemeine Beschreibung des Systemvorschlags 129
6.1.3. Die Dateien der Datenbank 131
6.1.3.1. Die Klinikdatei 131
6.1.3.2. Die Stationsdatei 133
6.1.3.3. Die Belastungsdatei 134
6.1.3.4. Die Kalenderdatei 135
6.1.3.5. Die Patientendatei 135
6.1.3.6. Die Diagnosendatei 139
6.1.3.7. Statistikdateien 141
6.1.3.8. Die Umterminierungsvorschlägedatei 143
6.1.4. Die Programme 144
6.1.4.1. Terminierung 144
6.1.4.2. Vormerkung 146
6.1.4.3. Eintragung der Vormerkung 147
6.1.4.4. Stornierung 148
6.1.4.5. Aufnahme 148
6.1.4.6. Ergänzen von Patientendaten 149
6.1.4.7. Verlegen 150
6.1.4.8. Entlassen 150
6.1.4.9. Bestellung 151
6.1.4.10. Bestellungsüberwachung 152
6.1.4.11. Belastungsrechnung 153
6.1.4.12. Umterminierungsvorschläge 154
6.1.4.13. Umterminierung 155
6.1.4.14. Wiedereinbestellung 156
6.1.4.15. Kapazitätsplanung 156
6.1.4.16. Sonstige Programme 157

Seite

6.2. Das realisierte Planungssystem 158
6.2.1. Die Datenbank 158
6.2.2. Das Dialogsystem 161
6.2.2.1. Der Aufbau des Systems 161
6.2.2.2. Der Befehl AUFNAHME 166
6.2.2.3. Der Befehl AUSLASTUNG 168
6.2.2.4. Der Befehl BELEGUNG 171
6.2.2.5. Der Befehl DIAGNOSEN 172
6.2.2.6. Der Befehl ENTLASSEN 173
6.2.2.7. Der Befehl HILFE 175
6.2.2.8. Der Befehl KDATEN 177
6.2.2.9. Der Befehl KDS 178
6.2.2.10. Der Befehl LOESCHEN 179
6.2.2.11. Der Befehl NAUSLASTG 180
6.2.2.12. Der Befehl NDATUM 181
6.2.2.13. Der Befehl NVORMERKG 181
6.2.2.14. Der Befehl PDATEN 183
6.2.2.15. Der Befehl SDATEN 185
6.2.2.16. Der Befehl TERMIN 186
6.2.2.17. Der Befehl UTV 190
6.2.2.18. Der Befehl VERLEGEN 192
6.2.2.19. Der Befehl VERTEILUNG 194
6.2.2.20. Der Befehl VORMERKEN 196
6.2.2.21. Der Befehl WARTELISTE 198
6.2.2.22. Sonstige Befehle 199
6.2.3. Die Programme für Stapelverarbeitung 200
6.2.3.1. Die Programme zur Belastungsrechnung 200
6.2.3.2. Das Programm zur Kapazitätsplanung 204
6.2.4. Die Programme zur Simulation des Patientenflusses 204
6.2.4.1. Das Programm KASIM 204
6.2.4.2. Das Programm KASIM II 209
6.2.5. Beispiel einer Terminierung im Dialog 213
6.3. Berechnung der Notfallkapazität der Medizinischen Klinik 221
6.4. Simulationsergebnisse 226
6.5. Kosten-Nutzen-Analyse 233
6.6. Die Anwendung des Systems 235

7. Zusammenfassung 236

Literaturverzeichnis 239

1. Einleitung und Übersicht

Steigende Beiträge zu den Krankenversicherungen zeigen an, daß die Kosten des Gesundheitswesens ständig wachsen. Neben den Ausgaben für frei praktizierende Ärzte und für Arzneimittel stellen die Ausgaben für Krankenhausaufenthalte einen Hauptteil der Aufwendungen für das Gesundheitswesen dar.

Sollen die Kosten des Krankenhausaufenthaltes nicht ins Unermeßliche steigen, so muß alles unternommen werden, den Kostenanstieg zu bremsen oder gar die Kosten zu senken. Die Einführung der kaufmännischen Buchführung und mit ihr die Einführung einer verfeinerten Kostenrechnung sind nur erste kleine Schritte in dieser Richtung, da sie nur eine Kostenkontrolle bedeuten.

Ein effizienterer Ansatz zur Kostenreduzierung ist die optimale Planung des Arbeitsablaufes im Krankenhaus. Sie hat die bessere Nutzung der im Krankenhaus vorhandenen Kapazitäten zum Ziel. Einen Beitrag zur Lösung dieses Problemkreises soll die vorliegende Arbeit beisteuern, die sich mit der Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus beschäftigt. Mit der Patientenaufnahme wird der Input in ein komplexes System von Leistungsstellen gesteuert. Diese Planung stellt die Eingangsstufe eines ebenso komplexen Planungssystems dar. Aus den Ergebnissen dieser Planung resultieren die Eingabedaten weiterer Teilplanungssysteme, wie Arbeitsablaufplanung in den Leistungsstellen, Personalplanung, Menüplanung, Lagerhaltung in der Apotheke usw. Das schrittweise Vorgehen in der Planung hat gegenüber integrierten Modellen für simultane Lösungen zwar den Nachteil, daß u. U. nur Suboptima in den einzelnen Bereichen erzielt werden; es hat jedoch den nicht zu übersehenden Vorteil, daß einzelne Teilmodelle unter den heute gegebenen Umständen leichter realisiert werden können. Vollständig integrierte Krankenhaussteuerungssysteme existieren außerhalb der USA bis heute meist nur in Form von Konzepten[1], während Lösungen von Einzelproblemen schon häufig realisiert sind[2].

---

1) Z.B. Köhler [1973]
2) Köhler [1973, S. 51 ff.]

Im folgenden wird ein Modell beschrieben, das zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten verwendet werden kann. Für einen Teil dieses Modells ist das Benutzen einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage erforderlich; ein nicht unwesentlicher Teil kommt jedoch auch ohne dieses Hilfsmittel aus.

In dieser Arbeit werden zunächst die Problemstellung und die Ziele der Planung der Aufnahme stationärer Patienten erörtert. Anschließend werden Lösungsansätze beschrieben, die aus der - überwiegend amerikanischen - Literatur bekannt sind. Es folgt die Darstellung einer Datenerhebung, die in einer Universitätsklinik durchgeführt wurde, um eine Datenbasis für ein Planungsmodell zu schaffen. Ausgehend von den Ergebnissen der Datenanalyse und den Lösungsvorschlägen aus der Literatur wird dann ein Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten entwickelt. Den theoretischen Ausführungen folgen Vorschläge zur Umsetzung des Planungsmodells in die Praxis des Krankenhausbetriebes. Abschließend wird eine Realisierung des Modells mit Hilfe einer EDV-Anlage vorgestellt und werden Ergebnisse diskutiert.

2. Problemstellung und Ziele

2.1. Das Problem der Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus

Gegenstand dieser Arbeit ist die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus mit Hilfe von Methoden des Operations Research. Stationäre Patienten sind Patienten, die mindestens einen Tag lang in einer Station eines Krankenhauses versorgt werden.
Die Einplanung ambulant zu behandelnder Patienten soll hier nicht berücksichtigt werden[1].
Nach der Darstellung der allgemeinen Ziele eines Krankenhausbetriebes wird zunächst die Problematik der Aufnahme stationärer Patienten aufgezeigt. Daran schließt sich die Beschreibung eines Zielkataloges an, der die Aufgaben einer Aufnahmeplanung umreißt.

2.1.1. Das Krankenhaus und die allgemeinen Ziele des Krankenhausträgers

Der Betrieb eines öffentlichen oder gemeinnützigen Krankenhauses[2] durch den Krankenhausträger hat den Hauptzweck, den Bedarf der Bevölkerung an Krankenversorgung zu decken[3]. Krankenversorgung der Bevölkerung bedeutet für ein gegebenes Krankenhaus, daß für die Bevölkerung seines Einzugsgebietes eine bestimmte Kapazität bereitzustellen ist, in der eine geforderte Menge an Krankenhausleistungen erbracht werden kann. Krankenhausleistungen sind in diesem Zusammenhang Leistungen des Krankenhauses auf den Gebieten Diagnostik, Therapie, Pflege und Versorgung.

Im Zielsystem eines Krankenhauses nimmt das Bedarfsdeckungsziel den größten Raum ein. Daneben gibt es in der Regel noch eine Reihe anderer Ziele, wie Ausbildung von Krankenhauspersonal, medizinische Forschung, Steigerung der Anziehungskraft des Krankenhauses usw. Die Festlegung der Komponenten des Zielsystems und

---

1) Zum Problem der Aufnahme ambulanter Patienten siehe z.B. Bailey [1952], Rising / Averill / Baron [1971], Averill / McBride / Gage / Piedmont[1971], Hetzke / Handreg [1971], Welch[1964], Baron / Rising [1972], Soriano [1964].
2) Die folgenden Ausführungen beziehen sich nur auf öffentliche und gemeinnützige Krankenhäuser. Für erwerbswirtschaftlich geführte Privatkrankenhäuser - die in der BRD in der Minderzahl sind - kann das im Abschn. 5 beschriebene Planungsmodell ebenfalls verwendet werden. Allerdings bieten sich hier - auf Grund der unterschiedlichen Zielsetzung - zusätzlich andere Planungsverfahren an. Vgl. dazu z.B. Christl [1974].
3) Eichhorn [1973, S. 14 ff.]

ihre Gewichtung sind Aufgabe des Krankenhausträgers.

2.1.2. Bedarf und Angebot an Krankenhausleistung

Den Bedarf an Krankenhausleistung kann man einteilen in objektiv notwendigen und entbehrlichen Bedarf. Nur die Deckung des objektiv notwendigen Bedarfs kann Ziel der betrieblichen Betätigung des Krankenhauses sein[1].

Wo die Grenze zwischen objektiv notwendigem und entbehrlichem Bedarf zu ziehen ist, bedarf gesundheitspolitischer und volkswirtschaftlicher Grundsatzentscheidungen sowie für den Einzelfall des Urteils eines Arztes.

Ein weiteres Merkmal des Bedarfs an Krankenhausleistung ist die Dringlichkeit der Befriedigung. Begriffe wie Notfall, Notfallpatient, Nichtnotfallpatient beziehen sich auf die Dringlichkeit der erforderlichen Leistungen. Die Festlegung dieser Dringlichkeit muß ebenfalls Gegenstand einer ärztlichen Entscheidung sein.

Ein drittes Merkmal des Bedarfs ist sein zeitliches Auftreten. Kontinuierlichen und periodischen Bedarf bezeichnet man als Normalbedarf, aperiodisch auftretenden als Katastrophenbedarf.

Daneben gibt es noch weitere Merkmale, die der Klassifizierung des Bedarfs dienen, wie das räumliche Auftreten, die medizinischen Maßnahmen, die zu seiner Deckung erforderlich sind, medizinische Fachdisziplinen usw.

Diese Merkmale sind für die folgenden Ausführungen jedoch von untergeordneter Bedeutung und sollen deshalb nicht weiter beschrieben werden.

Das Angebot eines Krankenhauses an Krankenhausleistung besteht aus dem Bereitstellen einer gewissen Menge verschiedenartiger Produktivfaktoren. Von diesen Produktivfaktoren seien nur einige genannt:

1) Eichhorn [1973, S. 27]

1. Menschliche Arbeitskraft:
   - Ärzte
   - Pflegepersonal
   - technisches Personal
   - Verwaltungspersonal

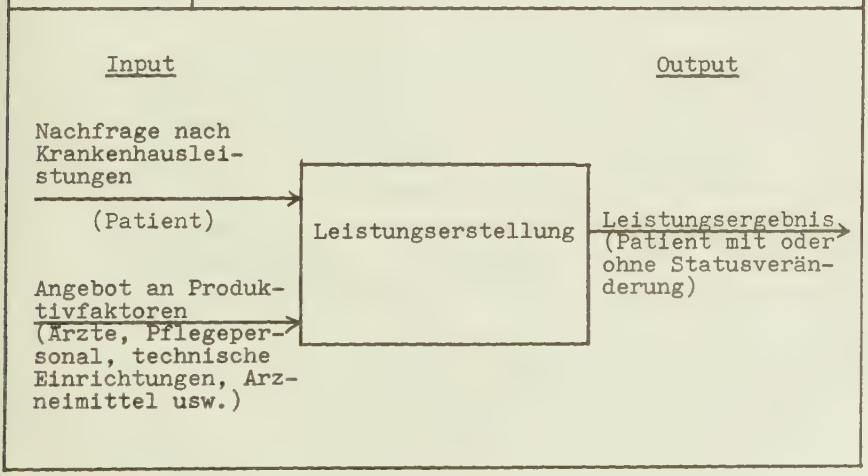
2. Betriebsmittel:
   - Betten
   - Laboreinrichtungen
   - Operationssäle

3. Sachmittel:
   - Medikamente
   - Verbandstoffe
   - Lebensmittel

Außer diesen sind noch die dispositiven Faktoren Organisation und Planung zu erwähnen.

Einen schematischen Überblick über das Zusammenwirken von Angebot und Bedarf im Krankenhaus gibt Abb. 2.1.2./1:

Abb. 2.1.2./1	Das Zusammenwirken von Angebot und Nachfrage im Krankenhaus



Die auf das Krankenhaus treffende Nachfrage ist zum größten Teil zufallsabhängig; das gilt sowohl für ihren zeitlichen Verlauf als auch für die Art der nachgefragten Leistungen und ihre Menge. Nur ein kleiner Teil der Nachfrage ist deterministisch; als Beispiel sei der Bedarf angeführt, der durch Wiedereinbestellung von Patienten entsteht.

Auch die Leistung des Krankenhauses wird durch die eingesetzten Produktivfaktoren nicht ohne stochastische Einflüsse erstellt. Das ergibt sich zwangsläufig aus der komplizierten Struktur eines Krankenhauses und aus den in ihm ablaufenden Prozessen. Die Zufallsabhängigkeit ist am deutlichsten in der Dauer der gesamten Leistungserstellung, d. h. der Verweildauer[1] der Patienten, zu erkennen.

Im Krankenhaus treffen somit zwei stochastische Prozesse aufeinander und beeinflussen sich gegenseitig:

- der Nachfrageprozeß
- der Prozeß der Leistungserstellung.

Die Wechselwirkung beider Prozesse ist offensichtlich: Ohne Nachfrage ist eine Leistungserstellung nicht möglich, da das Krankenhaus seine Leistungen nicht auf Lager produzieren kann; andererseits wirkt die Leistungserstellung - vor allem über die Qualität der Leistung - auf die Nachfrage ein.

Beide Prozesse bilden zusammen mit dem Krankenhaus ein Bedienungssystem. Wegen der Zufallsabhängigkeit der Nachfrage nach Krankenhausleistung und der Dauer der gesamten Leistungserstellung im Krankenhaus ist es unwahrscheinlich, daß zwischen Bedarf und Angebot an Krankenhausleistung zu jeder Zeit Deckungsgleichheit besteht. Kurzzeitige Abweichungen von Angebot und Nachfrage sind in der Regel die Folge der Zufallsabhängigkeit der Prozesse und führen zum Entstehen von Warteschlangen.[2]

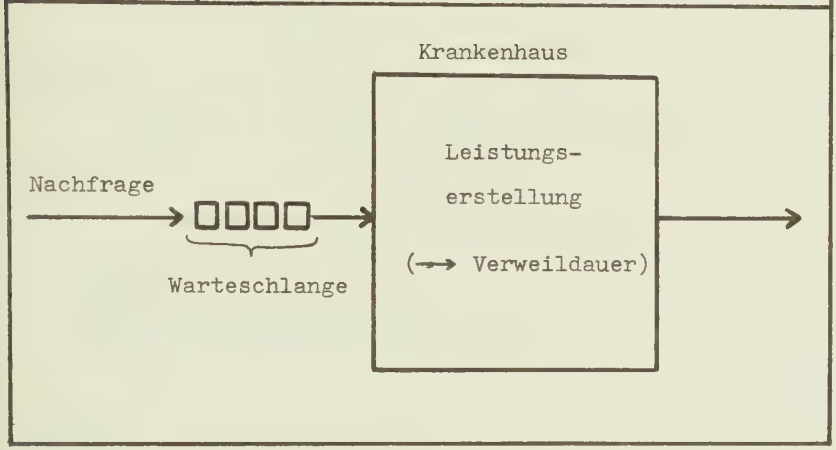
---

1) andere Faktoren, die die Verweildauern beeinflussen, seien hier vernachlässigt.

2) Meyer/Hansen/Klausmann [1975, S. 99]

In Abb. 2.1.2./2 ist die Grundstruktur dieses Bedienungssystems dargestellt.

Abb. 2.1.2./2 Das Krankenhaus als Bedienungssystem



Neben diesen kurzzeitigen, zufallsbedingten Abweichungen sind noch länger andauernde, meist strukturbedingte Abweichungen möglich.

Soll Deckungsgleichheit zwischen Angebot und Nachfrage an Krankenhausleistung hergestellt werden oder soll zumindest das Ausmaß der Abweichung verringert werden, so sind, abhängig von der Dauer der Abweichung, unterschiedliche Mittel anzuwenden.

Setzt man voraus, daß sowohl Angebot als auch Nachfrage flexibel sind - was zumindest langfristig der Fall ist -, so bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Anpassung an:

1. Anpassung des Angebots an die Nachfrage und/oder
2. Anpassung der Nachfrage an das Angebot.

Wie im Einzelfall angepaßt wird, hängt von der Flexibilität von Angebot und Nachfrage ab; die Flexibilität ist wiederum abhängig von der Fristigkeit der Betrachtung.

In der Abb. 2.1.2./3 sind die möglichen Fälle von Nichtübereinstimmung von Angebot und Nachfrage in Bezug auf Art und Dauer dargestellt.

Abb. 2.1.2./3	Mögliche Fälle von Nichtübereinstimmung von Angebot und Nachfrage	
Art der Abweichung	Dauer der Abweichung	
	kurz	lang
Nachfrage größer als Angebot	Fall A	Fall B
Nachfrage kleiner als Angebot	Fall C	Fall D

Über die Art der Maßnahmen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage in den einzelnen Fällen kann man folgende grundsätzliche Überlegungen anstellen:

---

1) Übereinstimmung hinsichtlich medizinischer Kriterien (Krankheiten, Fachdisziplinen) sei vorausgesetzt.

Fall A: Ist die Nachfrage nach Krankenhausleistung kurzzeitig größer als das Angebot, so ist eine zeitliche Anpassung der Nachfrage an das Angebot sinnvoll - sofern dies von der Dringlichkeit der Nachfrage her möglich ist -, da eine kurzfristige Anpassung der Krankenhauskapazität über ein bestimmtes Maß hinaus nicht durchführbar ist.

Fall B: Ist andererseits die Nachfrage langfristig größer als das Angebot, so ist sicherlich das Angebot an die Nachfrage anzupassen, d.h. es müssen Krankenhäuser gebaut oder erweitert werden.

Fall C: Sinkt die Nachfrage kurzzeitig unter das Angebot, so ist wie im Falle A zu versuchen, durch Terminplanung bei der Nachfrage eine zeitliche Anpassung vorzunehmen. Die gegenwärtig viel praktizierte Maßnahme, durch Verlängern der Verweildauern der Patienten eine kurzzeitig geringe Kapazitätsauslastung zu verhindern, ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht abzulehnen.

Fall D: Ist die Nachfrage langfristig geringer als das Angebot an Krankenhausleistung, so ist vorhandene Kapazität abzubauen, sofern dem nicht der Wunsch nach einem gewissen Grad von Leistungsbereitschaft für Not- und Katastrophenfälle entgegensteht.

Die zu den genannten Fällen gemachten Aussagen sind selbstverständlich nicht in jedem Falle gültig. So kann eine überraschende und nur kurz dauernde Überlastung der Normalkapazität eines Krankenhauses durch intensitätsmäßige Anpassung (z.B. höhere Leistung des Personals bei gleichbleibender Arbeitszeit) oder durch quantitative Anpassung (z.B. Aufstellen von Notbetten, Einführen von Überstunden) ausgeglichen werden.

2.1.3. Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten als Mittel zum Ausgleich von Angebot und Bedarf an Krankenhausleistung

Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten als Problem des Ausgleichs zwischen Angebot und Nachfrage zerfällt nach dem bisher Gesagten in zwei Teilbereiche:

- Kapazitätsplanung und
- Terminplanung.

Aufgabe der Kapazitätsplanung ist die längerfristige Abstimmung des Angebots an Krankenhausleistung auf die Nachfrage, d. h. die Festlegung der Menge an Produktivfaktoren, die bereitzustellen ist, um eine vorhandene Nachfrage zu einem gewissen Grad zu befriedigen. Aufgabe der Terminplanung ist die kurzfristige zeitliche Anpassung der Nachfrage an eine vorhandene Krankenhauskapazität.

Das Angebot eines Krankenhauses wird bestimmt durch das Leistungsvermögen (Kapazität) der bereitgestellten Produktivfaktoren. Die globale Größe 'Angebot' entsteht durch Aggregation der Kapazitäten einer Reihe von Produktivfaktoren.

Dementsprechend setzt sich die Nachfrage eines Patienten aus einer Menge von Nachfragen nach einzelnen Teilleistungen des Krankenhauses zusammen.

Will man eine Planung des Nachfrage- bzw. Kapazitätsausgleichs durchführen, so muß man dies für jeden Produktivfaktor tun. Die Entscheidung, ob und wann die Nachfrage eines Patienten befriedigt werden soll - d.h. ob und wann er aufgenommen werden kann -, hängt von der Auslastung der einzelnen Produktivfaktoren ab. Der Produktivfaktor, der den Engpaß unter den benötigten Produktivfaktoren darstellt, bestimmt die Aufnahme des Patienten.

Für die Planung der Aufnahme stationärer Patienten müssen also zunächst die Engpaßkapazitäten bestimmt werden. Dazu muß einerseits die Kapazität der Produktivfaktoren und ihre Auslastung bekannt sein und zum anderen der Kapazitätsbedarf der aufzunehmenden Patienten.

Die Ermittlung der Auslastung und des Kapazitätsbedarfs lassen sich auf das allgemeine Problem zurückführen, den Kapazitätsanspruch einzelner Patienten festzustellen. Hierzu muß die Nachfrage der Patienten aufgegliedert werden, d.h. es ist zu untersuchen

- welche Produktivfaktoren benötigt werden,
- wieviel jeweils davon gebraucht wird,
- wann, bezogen auf den Zeitpunkt der Planung bzw. der Aufnahme, die Produktivfaktoren bereitzustellen sind.

Die Auflösung der Nachfragebündel der Patienten setzt voraus, daß die dazu notwendigen Informationen dem Krankenhaus zum Planungszeitpunkt bekannt und leicht verfügbar sind. Für Patienten, die sich schon in der Klinik aufhalten, ist dies ein weitaus geringeres Problem als für Patienten, die erst aufgenommen werden sollen. Über solche Patienten ist in vielen Fällen nicht mehr als eine recht ungenaue Diagnose bekannt. Eine Ausnahme hiervon sind wohl nur Patienten, die zu therapeutischen Maßnahmen das Krankenhaus aufsuchen.

Für einen stationär aufzunehmenden Patienten ist deshalb zuerst zu ermitteln, welche Produktivfaktoren des Krankenhauses mit welchen Wahrscheinlichkeiten in Anspruch genommen werden. Sicher ist, daß jeder Patient untergebracht und versorgt werden muß. Das bedeutet, daß in jedem Fall ein Bett bereitzustellen ist, daß Essen zur Verfügung stehen muß. Ebenso ist sicher, daß der Patient ärztlicher und pflegerischer Betreuung bedarf. Nicht sicher ist jedoch, ob Operationssäle, physikalische Therapie, Labors usw. benötigt werden.

Entsprechendes gilt für die Probleme, wieviel Kapazität der Produktivfaktoren und wann sie gebraucht wird.

Um den Planungsaufwand zu reduzieren, wird man sich bei der Planung der Aufnahme stationärer Patienten auf die Berücksichtigung weniger Produktivfaktoren beschränken müssen und zwar auf solche, deren Inanspruchnahme relativ sicher ist.

Einer dieser Produktivfaktoren sind die Betten eines Krankenhauses. Die Verwendung der Anzahl der Betten, multipliziert mit der Dauer ihrer Verfügbarkeit, als Maß für die Kapazität eines Krankenhauses bei der Planung der Aufnahme ist aus folgenden Gründen sinnvoll:

- die Betten sind derjenige Produktivfaktor, der in jedem Fall durch stationäre Patienten in Anspruch genommen wird.
- In bisherigen Krankenhaus(neu)planungen wurde die Anzahl der Betten als das zentrale Kapazitätsmaß verwendet; d. h. ausgehend von einer bestimmten Bettenzahl wurde die Auslegung der übrigen Produktivfaktoren wie Operationssäle, Labors usw. geplant.

Deshalb kann die Anzahl der Betten, die in einem bestimmten Zeitraum zur Verfügung stehen, als Maß für die Kapazität eines Krankenhauses zum Zweck der Aufnahmeplanung eingesetzt werden.

2.2. Das Zielsystem bei der Planung der Aufnahme stationärer Patienten

Bei der Planung der Aufnahme stationärer Patienten in ein Krankenhaus sollten die Zielvorstellungen aller durch den Krankenhausaufenthalt eines Patienten direkt Betroffenen berücksichtigt werden; es sind dies vor allem:

- die Patienten,
- die Beschäftigten im Krankenhaus,
- der Krankenhausträger.

Durch diese Forderung entsteht naturgemäß ein sehr komplexes Zielsystem, und es ist nicht auszuschließen, daß es dabei zu Widersprüchen zwischen den Zielen - und nicht nur zwischen den Zielen der einzelnen Gruppen der Betroffenen - kommt. In diesem Fall ist eine Gewichtung der Ziele vorzunehmen. Dies kann durch eine echte Gewichtung der Ziele in einer gemeinsamen Zielfunktion erfolgen oder durch Festlegen einer Zielhierarchie, d.h. von Nebenbedingungen, die in einer festgelegten Reihenfolge ganz erfüllt werden sollen. Welche Art der Gewichtung vorgenommen wird, hängt ab von der Wichtigkeit der Ziele, diese wiederum wird bestimmt vom Entscheidungsträger, und das werden in der Regel Ärzte und Verwaltungsleute, also primär Vertreter des Krankenhausträgers, sein. Deshalb ist darauf zu achten, daß die Interessen der Patienten nicht zu sehr in den Hintergrund gedrängt werden.

2.2.1. Die Ziele der Patienten

Das wichtigste Ziel der Patienten, das bei der Aufnahmeplanung berücksichtigt werden muß, ist, daß im Krankenhaus stets ausreichend Kapazität für Notfälle bereitgehalten wird. Dieses Ziel ist deshalb so bedeutend, weil seine Vernachlässigung für den (potentiellen) Patienten unter Umständen lebensbedrohend ist. Die Wichtigkeit dieses Zieles ist am höchsten einzustufen, auch wenn das Ziel dem Patienten oft gar nicht bewußt ist.

Ein weiteres Ziel ist die Zuteilung eines Aufnahmetermins, der den Wünschen des Patienten entspricht. Gleichbedeutend damit ist in der Regel der Wunsch nach minimaler Wartezeit bis zur Aufnahme. Diese beiden Teilziele sind wichtig für die Terminplanung des Patienten.

Zu diesen Zielen tritt der Wunsch nach sicherer Einhaltung des zugeteilten Aufnahmetermins. Die Bedeutung dieses Zieles ergibt sich ebenfalls aus dem Zwang zur Terminplanung beim Patienten. Der Termin und der Zeitraum des Krankenhausaufenthaltes muß z. B. mit dem Arbeitgeber abgesprochen werden, es muß ein Vertreter bestellt werden usw.

Auch an einer Verringerung der Verweildauer ist der Patient interessiert, insbesondere aus Kostengründen. Dies ist bei Selbstzahlern offensichtlich, aber auch bei Kassenpatienten, wenn man berücksichtigt, daß sie den Krankenhausaufenthalt - wenn auch über den Umweg der Krankenversicherungsbeiträge - letztlich doch selbst finanzieren. Durch eine geschickte Planung der Aufnahme, insbesondere durch eine Koppelung dieser Planung mit der Planung des Patientenflusses durch die Leistungsstellen, lassen sich die Verweildauern verkürzen, speziell dann, wenn die Wartezeiten des Patienten zwischen den einzelnen Krankenhausleistungen auf ein medizinisch notwendiges Minimum reduziert werden.

2.2.2. Die Ziele der im Krankenhaus Beschäftigten

Von allen im Krankenhaus Beschäftigten, besonders von den Ärzten und vom Pflegepersonal, wird von einer Planung der Aufnahme stationärer Patienten eine Verbesserung der Arbeitsbelastung erwartet.

Die Verbesserung sollte zum einen durch die Vorhersehbarkeit der Belastung, zum anderen durch die Gleichmäßigkeit der Belastung erzielt werden. Das bedeutet, daß ein Abbau von Belastungsspitzen angestrebt werden sollte.

Von Krankenhausärzten wird oft eine verbesserte Durchführung der Wiedereinbestellung von Patienten zum Zweck der Überwachung z. B. nach Operationen gewünscht. Die Aufnahmeplanung sollte also die Wiedereinbestellung von Patienten zu Kontrollzwecken unterstützen.

Durch weitgehende Automatisierung der Aufnahmeplanung sollte auch erreicht werden, daß das medizinische und pflegerische Personal von den mit dem Einbestellwesen zusammenhängenden verwaltungstechnischen Tätigkeiten entlastet wird, damit mehr Zeit für die eigentlichen Aufgabengebiete verbleibt.

2.2.3. Die Ziele des Krankenhausträgers

Die Ziele der Patienten und die der im Krankenhaus Beschäftigten sind zum Teil auch Ziele des Krankenhausträgers.

Das Hauptziel des Krankenhausträgers bei der Aufnahmeplanung ist jedoch die Wirtschaftlichkeit [1] des Einsatzes der Betriebsmittel im Krankenhaus. Die Auslastung der Kapazitäten des Krankenhauses kann nun dadurch verbessert werden, daß sie gleichmäßiger gestaltet wird. Ein Ziel der Aufnahmeplanung muß also der Ausgleich von Belastungsschwankungen sein.

Neben dem Ziel der gleichmäßigen Auslastung kann auch eine stärkere Auslastung angestrebt werden. Das setzt allerdings eine variable Nachfrage nach Krankenhausleistung voraus. Verbessert man das Leistungsangebot, wozu auch die Gewährleistung sicherer Aufnahmetermine gehört, so kann damit Nachfrage auf das Krankenhaus gelenkt werden. Die vergrößerte Auslastung der oft teueren, nicht voll ausgelasteten und nicht beliebig verkleinerbaren Krankenhauskapazitäten führt zu einer Senkung der auf eine Leistung bezogenen fixen Kosten.

---

1) Zur allgemeinen Zielsetzung der Wirtschaftlichkeit im Krankenhaus siehe §§ 4, 17 KHG, § 3 BPflV, insbesondere die amtliche Begründung (Elsholz [1974, S. 81]). Zur Beziehung der Ziele Wirtschaftlichkeit und Rentabilität im Krankenhaus siehe Eichhorn [1974, S. 19 ff., insbes. S. 23].

Ein weiteres Ziel ist die effizientere und transparentere Durchführung der Aufnahmeplanung und der damit zusammenhängenden Tätigkeiten. Eine genauere Terminplanung trägt letztlich auch dazu bei, das Ansehen einer Klinik zu fördern.

Werden in einem Krankenhaus Forschung und Lehre betrieben, so sollte über die Aufnahmeplanung auch sichergestellt werden, daß stets eine ausreichende Anzahl von Patienten eines bestimmten Typs anwesend ist, damit Forschungs- und Lehrziele erreicht werden können.

2.2.4. Gesamtwirtschaftliche Ziele

Die wirtschaftlichere Ausnutzung der Krankenhauskapazitäten, insbesondere der technischen Anlagen, ist auch ein gesamtwirtschaftliches Ziel. Werden die Kapazitäten mit Hilfe der Aufnahmeplanung besser ausgelastet, so können Krankenhauserweiterungen und -neubauten eingeschränkt und eventuell überschüssige Kapazitäten abgebaut werden, sofern dies nicht dem Ziel der Bereithaltung von Leistungen für Not- und Katastrophenfälle widerspricht.

Eine höhere Ausnutzung der vorhandenen Krankenhäuser kann auch erreicht werden, wenn es gelingt, durch eine bessere Terminplanung die Anzahl der gleichzeitigen Anmeldungen von Patienten in verschiedenen Krankenhäusern zu verringern. Durch die Mehrfachanmeldungen wird Kapazität reserviert, die aber gar nicht gebraucht wird. Da die Absagen meist recht kurzfristig erfolgen, ist es oft schwierig, die wieder frei gewordenen Bettenkapazitäten rechtzeitig mit anderen Patienten zu belegen.

2.3. Zielkonflikte

Wie schon angedeutet wurde, ist es bei den vielen Zielen verschiedenartiger Interessengruppen unvermeidbar, daß Zielkonflikte auftreten.

Konflikte treten insbesondere im Zusammenhang mit dem Ziel der Wirtschaftlichkeit auf. Der Wunsch des Patienten nach kurzer Wartezeit setzt das Bereithalten ausreichend großer Kapazitäten voraus, die dann aber relativ schlecht ausgelastet sind. Auch das Reservieren von Kapazität für Notfälle läuft dem Ziel der Wirtschaftlichkeit entgegen, wenn man den Begriff Wirtschaftlichkeit nicht gesamtwirtschaftlich betrachtet.

Eine Beurteilung von Alternativen hinsichtlich der Wirtschftlichkeit setzt allgemein die Bewertung des Einsatzes von Mitteln und des Ergebnisses voraus. Die Bewertung aber ist abhängig vom - auch ethischen - Standort des Bewertenden. Die Entscheidung darüber, wie zu bewerten ist (wie hoch z. B. der Tod eines Patienten zu bewerten ist, der starb, weil er von einem Krankenhaus wegen mangelnder freier Kapazität abgewiesen werden mußte), kann hier nicht gefällt werden. Aus der Bewertung ergeben sich letztlich erst die Zielkonflikte.

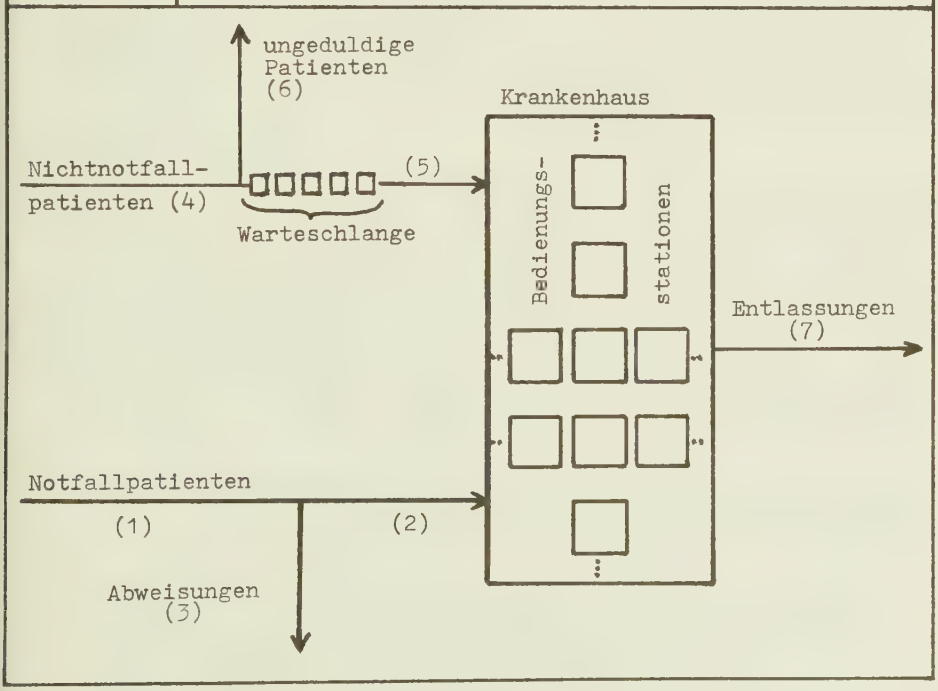
3. Untersuchungen und Ansätze zur Lösung des Problems der Aufnahme stationärer Patienten

3.1. Klassifizierung der Untersuchungen und Ansätze

Die aus der Literatur bekannten Untersuchungen und Ansätze zur Aufnahmeplanung stammen überwiegend aus Großbritannien und den USA. Auch aus Schweden ist ein Projekt bekannt, in dessen Rahmen die Aufnahme stationärer Patienten geplant werden soll.[1)]

Alle diese Arbeiten gehen davon aus, daß ein Krankenhaus ein Bedienungssystem darstellt, in dem Leistungen erbracht werden. Das Grundmodell dieses Bedienungssystems ist in Abb. 3.1./1 dargestellt.

Abb. 3.1./1 Das Krankenhaus als Mehrkanalbedienungssystem mit verschiedenen Ankunftsströmen



1) siehe Stockholms Läns Landsting [1972]

Zwei verschiedene stochastische Nachfrageströme treffen auf das Krankenhaus:

- Patienten, die sofort aufgenommen werden müssen (Notfallpatienten),
- Patienten, deren Aufnahme nicht dringend ist, die also warten können (Nichtnotfallpatienten).

Ankommende Notfallpatienten (1) können aber nur dann aufgenommen werden, wenn ausreichende Kapazität zur Verfügung steht (2). Ist das Krankenhaus belegt, so müssen auch Notfallpatienten abgewiesen werden (3).
Nichtnotfallpatienten (4) müssen warten, bis soviel Kapazität frei wird, daß sie behandelt werden können; nach einer gewissen Wartezeit werden sie aufgenommen (5). Einige Nichtnotfallpatienten wollen nicht warten und gehen als Nachfrage verloren (6).
Aufgenommene Patienten werden im Krankenhaus behandelt. Das Krankenhaus ist ein Mehrkanalbedienungssystem, dessen Bedienungsstationen sowohl parallel als auch seriell angeordnet sein können. Die Verweildauer der Patienten, also die gesamte Bedienungszeit, ist ebenfalls stochastisch. Nach Abschluß der Behandlung verlassen alle Patienten das Krankenhaus (7).

Dieses Modell ist die Grundlage aller Arbeiten über das Problem der Aufnahmeplanung in Krankenhäusern. Die Arbeiten unterscheiden sich in den Zielsetzungen, in den Annahmen über einzelne Modellkomponenten und in den Lösungsansätzen. So befassen sich z. B. manche Autoren nur mit dem Einfluß des Notfallpatientenstromes auf das Modellverhalten, andere mit der Steuerung des Zugangs von Nichtnotfallpatienten zum Krankenhaus, wieder andere untersuchen den Patientenfluß innerhalb des Krankenhauses usw.

Die bekannten Arbeiten auf dem Gebiet der Aufnahmeplanung kann man im wesentlichen in zwei Gruppen einteilen:

- Datenuntersuchungen, die den Zweck haben, über Art und Größe des Patientenflusses sowie über die Verweildauern der Patienten im Krankenhaus Aufschluß zu geben,
- Ansätze zur Lösung des Problems einer optimalen Aufnahmeplanung.

Die Lösungsansätze wiederum kann man weiter einteilen in Vorschläge zur Lösung von Einzelproblemen und in Modelle, in denen mehrere Einzelprobleme zusammen gelöst werden sollen.
Gesamtmodelle, die den ganzen Problemkreis der Aufnahmeplanung (siehe Abschn. 2.) beschreiben und entsprechende Lösungen anbieten, sind noch nicht bekannt.

In den Lösungsvorschlägen bzw. Modellen werden sowohl mathematisch-analytische Modelle als auch heuristische Ansätze verwendet. Die dabei benutzten Methoden sind neben statistischen Techniken vor allem Methoden des Operations Research aus den Bereichen Warteschlangentheorie, Theorie der Markovketten, Lineare Programmierung und Simulation.

Als Hilfsmittel zur Durchführung der Planung wird meist eine elektronische Datenverarbeitungsanlage vorausgesetzt.

Über konkrete Anwendungen der Aufnahmeplanung in Krankenhäusern wird wenig berichtet.

3.2. Überblick über die Entwicklung der Aufnahmeplanung

Die erste aus der Literatur bekannte Untersuchung zu Problemen der Aufnahmeplanung stammt von Newell [1954] . Anhand der Ergebnisse dieser in einem britischen Krankenhaus durchgeführten Datenanalyse entwickelte Bailey [1954, 1956] ein Warteschlangenmodell zur Kapazitätsplanung in Krankenhäusern.

Thompson u.a. (Thompson/Avant/Spiker [1960]) untersuchten in den USA die Brauchbarkeit der Warteschlangentheorie für die Vorhersage der Belastung eines Krankenhauses und versuchten unter anderem, die Entbindungsstation einer Klinik optimal zu dimensionieren (Thompson/Fetter [1963], Thompson/Fetter/McIntosh /Pelletier [1963]).

Balintfy [1959,1960] und Flagle [1960a, 1960b] berichteten über Studien zur Datenbeschaffung für die Aufnahmeplanung. Basierend auf diesen Datenerhebungen entwickelte Young [1962] zwei analytische Modelle zur Aufnahmeplanung mit Hilfe der Warteschlangentheorie

Pike, Proctor und Wyllie [1963] erhoben in einem schottischen Krankenhaus umfangreiches Datenmaterial.

Durbin und Antelman [1964] führten in den USA eine Regressionsanalyse durch und versuchten, einen statistischen Zusammenhang zwischen Nachfrage, Auslastung, Bettenzahl und anderen Variablen nachzuweisen. Sie fanden heraus, daß die Nachfrage nach Krankenhausbetten bei steigendem Bettenangebot beträchtlich zunahm.

In den Jahren 1964-1968 veröffentlichten Robinson [1964, 1965] und andere eine Reihe von Einzeluntersuchungen zu Problemen der Aufnahmeplanung (Robinson/Gargour/Johnson [1966], Robinson/Davis/Leifer [1966], Wing/Robinson [1966], Wing [1967]); diese Arbeiten endeten mit einem Vergleich verschiedener Aufnahmestrategien (Robinson/Wing/Davis [1968]).

Feldstein [1965] untersuchte, wie schon Thompson u.a., den Patientenfluß durch eine Entbindungsstation.

Kolouch [1965] analysierte die Verweildauern von Patienten nach chirurgischer Behandlung.

Whitston [1965] beschrieb zum erstenmal den Zusammenhang zwischen der Planung der Operationssaalbelegung und der Aufnahmeplanung.

Die Ergebnisse einer umfangreichen Datenerhebung in Kliniken in den USA veröffentlichte McCorkle [1966]; insbesondere wurden hier die Auswirkungen verschiedener Einflußgrößen auf die Verweildauern quantitativ untersucht.

Gustafson [1966, 1968] verglich verschiedene Methoden zur Prognose von Verweildauern. Die Prognosetechniken beruhten alle auf Schätzungen von Ärzten.

Smith und Solomon [1966] simulierten verschiedene Aufnahmestrategien und testeten ihre Brauchbarkeit.

Die Ziele einer Aufnahmeplanung diskutierte erstmals ausführlich Dunn [1967] ; gleichzeitig berichtete er von einem groß angelegten Projekt, das die Aufnahmeplanung zum Gegenstand hat.

Handyside und Morris [1967] beschäftigten sich mit dem Problem einer optimalen Einweisungsstrategie bei der Aufnahme von Notfallpatienten.

Parker [1968] studierte ebenfalls ein Spezialproblem der Aufnahmeplanung, nämlich die Auswirkungen des Poolens von Notfallbetten verschiedener Stationen.

Wie schon Whitston erwähnten Barnoon und Wolfe [1968] den Zusammenhang zwischen der Operationssaalbelegung und der Aufnahmeplanung, ohne jedoch ausführlicher darauf einzugehen.

Auch Goldman u.a. [1969] beschäftigten sich im Rahmen der Planung der Operationssaalbelegung mit der Aufnahme von Patienten.

Mit Hilfe der Linearen Programmierung versuchte Dantzig [1969] , die Aufnahmeplanung durchzuführen. Dazu formulierte er einen nicht ganz realistischen deterministischen LP-Ansatz.

Bithell [1969a, 1969b] versuchte, den Patientenfluß in und durch eine Klinik mit einem Ansatz aus der Theorie der Markovketten zu beschreiben.

Wood und Lamontagne [1969] berichteten erstmals über den praktischen Einsatz eines einfachen EDV-unterstützten Aufnahmeplanungsmodells.

Das erste vollständige Terminplanungsmodell für Nichtnotfallpatienten stellte Connors [1968, 1970] vor.

Ebenfalls mittels eines Markovansatzes beschrieb Kolesar [1970] die Belastung der Kapazität einer Klinik durch die Patienten; aufgrund dieses Ansatzes sollte die Auswahl einer besten Aufnahmepolitik mit Hilfe der Linearen Programmierung vorgenommen werden.

Offensend [1972] stellte die Aufnahmeplanung auf die vorhandene Pflegekapazität ab und benutzte zur Planung ebenfalls einen Markovansatz.

Bolling [1972] und Hoffmann de Visme [1973] versuchten erneut, die optimale Bettenkapazität einer Notfallstation mit einem Simulationsmodell zu bestimmen.

Milsum, Turban und Vertinsky [1973] veröffentlichten einen Überblick über bisher bekannte Modelle und Verfahren zur Aufnahmeplanung.

Die neuesten Arbeiten auf dem Gebiet der Planung der Aufnahme stationärer Patienten sind die von Lim, Uyeno und Vertinsky [1975] sowie von Rubenstein [1975].

Im folgenden werden die wichtigsten Datenanalysen und Lösungsansätze ausführlich beschrieben.

3.3. Datenanalysen

Auf eine Anregung von Bailey hin führte Newell eine empirische Studie über den täglichen Bedarf an Notfallbetten in einem englischen Krankenhaus[1] durch. Die Erhebung der Daten aus den Jahren 1950-1952 ergab, daß die Ankünfte von Notfallpatienten einer Poissonschen Verteilung unterlagen. Jahreszeitliche Schwankungen des Bedarfs an Notfallbetten wurden nicht festgestellt, jedoch Schwankungen bezüglich der Wochentage. Eine Untersuchung der Verweildauern nahm Newell nicht vor.

Die ersten Datenanalysen aus den USA veröffentlichte Balintfy [1960][2]. Er wies nach, daß die täglichen Aufnahmen negativ binomial verteilt waren. Auch die Entlassungen waren nach Balintfy negativ binomial verteilt. Anhand theoretischer Überlegungen versuchte er zu zeigen, daß die Verweildauern der Patienten logarithmisch normal verteilt sind; ein exakter Beweis wurde jedoch nicht geführt.

Pike, Proctor und Wyllie [1963] analysierten die Notfallankünfte in einem schottischen Krankenhaus[3] im Jahr 1961. Die Aufenthalte von rund 30.000 Patienten wurden untersucht. Es wurde beobachtet, daß die Anzahl der Aufnahmen größere monatliche Schwankungen aufwiesen; auch die Aufnahmen an Sonntagen unterschieden sich zahlenmäßig von denen der übrigen Tage. Eine Abhängigkeit der Aufnahmehäufigkeiten vom Geschlecht der Patienten wurde nicht erkannt. Die Annahme einer Poissonverteilung der Aufnahmen brauchte nach dem χ^2-Test nicht abgelehnt zu werden, ebenso die Hypothese, daß die Verweildauern der Notfallpatienten geometrisch verteilt sind.

McCorkle [1966] stellte das Ergebnis einer Verweildaueranalyse in den USA[4] dar. Aus rund 10.500 Aufzeichnungen von Krankenhausaufent-

---

1) The Royal Victoria Infirmary, Newcastle-upon-Tyne, England, ca. 720 Betten
2) The Johns Hopkins Hospital, Baltimore, USA
3) Royal Infirmary, Aberdeen, Schottland
4) University Hospitals of Cleveland

halten wurden eine Reihe detaillierter Statistiken gewonnen. Die Verweildauern wurden in Abhängigkeit von demographischen (Alter, Geschlecht, Rasse) und medizinischen Merkmalen (Krankheit, Behandlung) untersucht. McCorkle kam zu dem Ergebnis, daß sich die Verweildauern von Station zu Station wesentlich unterscheiden, ebenso die Verweildauern von Privatpatienten und sonstigen Patienten. Auch die Verweildauern bei medizinischer bzw. chirurgischer Behandlung wichen signifikant voneinander ab. Eine Abhängigkeit der Verweildauer vom Geschlecht der Patienten, wohl aber vom Alter, war nicht festzustellen.

Weitere Datenanalysen kleineren Umfangs finden sich auch in den im folgenden beschriebenen Lösungsansätzen.

3.4. Ansätze zur Lösung von Teilproblemen der Aufnahmeplanung

In der Arbeit von Bailey [1954] wird der Versuch dargestellt, mit Hilfe der Warteschlangentheorie die Anzahl der notwendigen Betten für spezielle Fachstationen eines Krankenhauses zu bestimmen.

Ausgehend von einer Poissonverteilung für die Nachfrage nach Betten und negativ-exponentiell verteilten Verweildauern berechnet Bailey mit Hilfe eines (M,M,k) : (∞,FIFO) - Warteschlangenmodells für verschiedene Bettenzahlen die jeweilige Auslastung der Stationen.

Das Ergebnis der Berechnungen wird in Form von Tabellen und Graphiken dargestellt, anhand derer der Entscheidungsträger die seiner Meinung nach günstigste Kapazität auswählen kann.

Aufbauend auf der Untersuchung von Balintfy [1959, 1960] entwarf Young [1962, 1966] zwei Modelle zur Stabilisierung der Auslastung der Bettenkapazität eines Krankenhauses. In beiden Modellen wird das Krankenhaus als ein Bedienungssystem mit einer endlichen Anzahl von Bedienungsstationen (Betten) betrachtet. In dieses System fließen zwei parallele Patientenströme, von denen einer den Notfällen und der andere den zeitlich eingeplanten Fällen entspricht und die beide voneinander unabhängig sind. Die Notfallankünfte werden als

poissonverteilt, die Abfertigungsdauern (Verweildauern) als exponentiell verteilt angenommen.

Im ersten Modell wird der Zugangsstrom der Nichtnotfallpatienten durch einen Erlangprozeß mit L Phasen dargestellt. Die Steuerung des gesamten Systems erfolgt über die Zugangsrate der Nichtnotfallpatienten. Der Zustand des Systems ist durch die Anzahl der besetzten Bedienungsstationen gekennzeichnet. Young leitet die Zustandswahrscheinlichkeiten für den stationären Fall ab und untersucht die Auswirkungen der Variation der Zugangsraten der Nichtnotfallpatienten.

Im zweiten Modell ist der Zugangsstrom der Nichtnotfallpatienten deterministisch und wird in Abhängigkeit vom Systemzustand gesteuert. Solange B oder mehr der verfügbaren Betten belegt sind, werden keine Nichtnotfallpatienten, fällt jedoch die Belegung X unter die Marke B, so werden B-X Nichtnotfallpatienten aufgenommen, um die Belegung wieder auf den Zustand B zu bringen. Auch für dieses Modell werden die Zustandswahrscheinlichkeiten abgeleitet.

Young zeigt an einigen Beispielen, daß das erste Modell gegenüber dem zweiten Modell eine größere Streuung der Belastung und eine höhere Abweisungsquote bei gleicher erwarteter Belastung aufweist.

In beiden Modellen beträgt der Planungshorizont nur eine Zeiteinheit.

Smith und Solomon [1966] beschreiben eine Studie, in der verschiedene Aufnahmepolitiken simuliert werden. Das Ziel war, gute Strategien zur Stabilisierung der Aufnahmerate und der Belastung bei gleichzeitig hoher Auslastung zu ermitteln. Drei Strategien wurden untersucht: die Anzahl der täglich aufzunehmenden Patienten ist konstant, sie ist gleich einem Bruchteil der Zahl der Entlassungen, bzw. sie ist gleich der Anzahl der Entlassungen, verändert um einen konstanten Betrag. Das Ergebnis des Vergleichs war, daß die zweite Politik die Streuung der Belastung minimierte. Auch die dritte Strategie war der ersten in Bezug auf die Streuung der Belastung überlegen.

Gustavson [1966, 1968] untersuchte verschiedene Methoden zur Prognose von Verweildauern der Patienten. Zwei der fünf dargestellten Methoden lieferten Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die übrigen Ein-Punkt-Schätzungen. Die erste Methode bestand darin, aus einem gegebenen Wertebereich der möglichen Verweildauern einen einzigen Wert auszuwählen. Im Mittelpunkt der zweiten Methode stand ein Ansatz der schrittweisen multiplen linearen Regression. Ausgehend von Schätzungen der Einflußgrößen wurde die Verweildauer der Patienten berechnet. Im dritten Verfahren wurde der historische Mittelwert als Prognose verwendet. Die vierte Methode bestand im direkten Schätzen subjektiver Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Verweildauern. Im letzten Verfahren wurden diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit Hilfe des Satzes von Bayes[1] bestimmt.

Der Methodenvergleich ergab, daß das Schätzverfahren auf der Basis des Bayes'schen Theorems die besten Ergebnisse lieferte, gefolgt vom Verfahren der direkten Schätzung der Verteilungen. Am schlechtesten schnitt die Mittelwertschätzung ab. Die Güte des fünften Verfahrens wurde allerdings mit einem erheblichen Aufwand an Datensammlung und Rechenzeit erkauft.

Auch Robinson, Davis und Leifer [1966] untersuchten die Qualität verschiedener Methoden zur Prognose der Verweildauern. Die Vorhersage aufgrund statistischer Daten erschien ihnen dabei wenig geeignet zu sein, da diese Information neben Geschlecht und Alter vor allem auf Entlassungsdiagnosen beruht. Entlassungsdiagnosen brauchen mit Einweisungs- bzw. Aufnahmediagnosen nicht notwendig in Einklang zu stehen. Außerdem liefern Prognosen, die auf historischen Daten beruhen, keine Einpunkt-Zeitschätzungen, wie sie die Autoren bevorzugen. Deshalb werden direkte Zeitschätzungen von Krankenhauspersonal (Ärzte, Schwestern) grundsätzlich als besser betrachtet.

Robinson, Davis und Johnson [1966] prüften daraufhin die Fähigkeiten von Ärzten, die Verweildauern von Patienten zu schätzen. Zwei Zeitschätzungen pro Patient wurden abgegeben:

---

1) Fisz [1973, S. 39 ff.]

eine bei der Aufnahme, eine nach einer festgesetzten Dauer des Krankenhausaufenthaltes. Die Prognosen der Ärzte wurden mit den tatsächlichen Verweildauern verglichen. Das Ergebnis der Untersuchung war, daß zwischen den ersten Schätzungen und der gemessenen Verweildauer nur eine mittlere Korrelation festgestellt wurde. Die revidierten Prognosen waren jedoch besser (Korrelationskoeffizient um 0.85), ausgenommen Vorhersagen langer Verweildauern (> 15 Tage). Die Schätzwerte lagen dabei unter den beobachteten Dauern. Die relativ schlechten Ergebnisse erklären die Autoren damit, daß die Ärzte einer neuen Aufgabe gegenüberstehen, an die sie sich erst gewöhnen müssen. Nach einer gewissen Einarbeitungszeit werden jedoch bessere Ergebnisse erwartet, da die Ärzte, im Gegensatz zu Computern, mit relativ geringem Aufwand komplexe Einflußstrukturen verarbeiten können, wenn auch nicht mit der Genauigkeit von Computern.

Handyside und Morris [1967] berichten über ein Simulationsmodell, mit dessen Hilfe die Auswirkungen unterschiedlicher Aufnahmepolitiken bei Notfällen auf die Auslastung untersucht wurden. Zwei Strategien zur Verteilung ankommender Notfälle auf die Stationen eines Krankenhauses wurden untersucht. Die eine Strategie sah vor, daß jede Station täglich einen bestimmten Anteil der Notfallpatienten aufnimmt. Nach der anderen Strategie sollte jede Station im mehrtägigen Rhythmus alle Notfälle aufnehmen. Das Ergebnis der Untersuchung war, daß bei Anwendung der zweiten Aufnahmepolitik bei gleichbleibenden Ankunfts- und Abfertigungsraten die Streuung der Belastung größer war als im anderen Fall; der Mittelwert der Belastung blieb in beiden Fällen erwartungsgemäß gleich.

Parker [1968] untersuchte, welche Auswirkungen es hat, wenn Betten nicht mehr nur einer einzigen Station zugeordnet werden, sondern wenn ein gemeinsamer Bettenbestand angelegt wird. Er berechnete Auslastung und Abweisungswahrscheinlichkeiten für den Fall, daß sich zwei Stationen gegenseitig einen bestimmten Anteil (zwischen 0 und 100%) ihrer Bettenkapazität zur Verfügung stellen, sofern freie Betten vorhanden sind. Bei der Ableitung der entsprechenden Formeln wurden poissonverteilte Ankünfte und eine gegebene Auslastung der einzelnen Stationen ohne gemeinsamen Bettenbestand vorausgesetzt.

Parker kam zu dem Ergebnis, daß sowohl die Auslastung beider Stationen als auch die Abweisungsrate von Patienten sich verbesserte, je mehr Betten gemeinsam verwendet wurden.

Robinson, Wing und Davis [1968] testeten mittels Simulation drei Methoden zur Planung der Aufnahmetermine von Patienten. Die erste Strategie sah eine konstante Aufnahmerate pro Tag vor, unabhängig von der Verweildauer des Patienten. Die zweite Methode benutzte deterministische Verweildauerschätzungen und entspricht damit Platzreservierungsmethoden, wie sie in Hotels angewendet werden. Die dritte untersuchte Methode verwendete Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Verweildauern zur Berechnung der Belastung.[1] In den beiden letzten Verfahren wird ein Patient dann aufgenommen, wenn es aufgrund des Erwartungswerts der Belastung zulässig ist. Die Simulation zeigte, daß die Aufnahmestrategien, welche Verweildauerschätzungen berücksichtigen, der ersten Methode überlegen sind. Sie bewirken eine geringere Streuung der Belastung und eine kleinere Überlastungsrate.

Connors [1968, 1970] entwickelte das erste komplexe Terminplanungsmodell für Nichtnotfallpatienten. Aufbauend auf den Ergebnissen von Robinson/Wing/Davis [1968] entwarf er einen Terminplanungsalgorithmus, der auf einer statistischen Analyse der Belastung einer Klinik beruht und der eine gleichmäßige Kapazitätsbelastung zum Ziel hat. Außerdem werden eine ganze Reihe von zusätzlichen Nebenbedingungen beachtet. Das im Prinzip brauchbare Verfahren[2] wird dadurch zu rechenaufwendig[3] und ist deshalb praktisch nicht einsetzbar.

Kolesar [1970] entwickelte einen Markovansatz zur Beschreibung des Belegungszustandes eines Krankenhauses. Ausgehend von den Ankunftswahrscheinlichkeiten für Notfälle und den Entlassungswahrscheinlichkeiten der Patienten, die von der Belastung der Klinik abhängig sind,

---

1) Dieses Verfahren wird in Abschn. 5.9.2. ausführlich dargestellt.

2) Das im Abschnitt 5.9. vorgeschlagene Verfahren beruht auf der Idee von Connors.

3) Connors gibt eine gesamte Rechenzeit von ca. 45 sec pro Terminsuche an (IBM 360/65).

werden die Wahrscheinlichkeiten für Übergänge von den einzelnen möglichen Belegungszuständen in andere Belegungszustände abgeleitet. Diese Übergangswahrscheinlichkeiten sind von der jeweils eingesetzten Aufnahmestrategie für Nichtnotfallpatienten abhängig. Aus diesen Übergangswahrscheinlichkeiten werden die Wahrscheinlichkeiten für mögliche Systemzustände im stationären Fall hergeleitet. Mit diesen Zustandswahrscheinlichkeiten formuliert Kolesar einige Lineare Programme, mit deren Hilfe verschiedene Aufnahmepolitiken bewertet werden können.

Da schon die Realisierung des Markovansatzes wegen der Menge der benötigten Wahrscheinlichkeitsvektoren schwierig ist, erscheint die Anwendung der nur unklar formulierten LP-Modelle unmöglich. Für jede mögliche Strategie ist nach jeder Zeiteinheit ein Lineares Programm zu lösen, was schon für das Ein-Perioden-Modell einen unvertretbar großen Rechenaufwand erfordert. Die Ausweitung des Planungshorizontes ist möglich, die praktische Durchführung dieser Planungsmethode muß aber am Datenbeschaffungs- und Rechenaufwand scheitern.

Offensend [1972] schlug vor, die Aufnahmeplanung nicht an der Anzahl der Patienten, sondern an der Arbeitsbelastung des Pflegepersonals durch die Patienten auszurichten, um die Belastung des Personals gleichmäßig zu gestalten. Er entwickelte ein stochastisches Aufnahmeplanungsmodell, dessen Aufnahmepolitik für Nichtnotfallpatienten der des zweiten Modells von Young entsprach. An zwei Beispielen zeigte er, daß die Streuung der Arbeitsbelastung des Pflegepersonals kleiner wird, wenn man die Aufnahmeplanung auf der Basis dieser Belastung anstelle der Patientenzahlen vornimmt. Wie bei den Modellen von Young und Kolesar ist der Planungshorizont auf eine Zeiteinheit beschränkt.

Hoffmann de Visme [1973] untersuchte mit einem Simulationsmodell den Effekt der Variation von Ankunfts- und Verweildauerverteilungen sowie der Anzahl der bereitgestellten Notfallbetten. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Ankunfts- und Verweildauerverteilungen nur geringen Einfluß auf die Abweisungsquote haben, während die Anzahl der Notfallbetten stark auf diese Quote einwirkt.

Lim, Uyeno und Vertinsky [1975] beschrieben die Simulation des Patientenflusses in und durch eine Station eines Krankenhauses. Sie untersuchten insbesondere die Auswirkung der vorgezogenen Aufnahme wartender Patienten bei kurzfristiger Absage eingeplanter und aufzunehmender Patienten. Bei der Vormerkung von Patienten werden diese gefragt, ob sie evtl. mit einer kurzfristigen Aufnahme einverstanden sind. Ist dies der Fall, so werden diese Patienten in der Warteliste gekennzeichnet. Erscheinen nun irgendwelche vorgemerkte Patienten nicht, so werden aus der Menge der gekennzeichneten Patienten Ersatzpatienten aufgenommen. Werden unvorherzusehende Belastungslücken durch Eileinbestellungen geschlossen, so ändert sich zwar die mittlere Auslastung der Station nicht, da die Belastung nur zeitlich verlagert wird, aber die mittlere Wartezeit der Patienten kann gesenkt werden.

Rubenstein [1975] berichtet ausführlich über die Simulation mit einem Planungsmodell, das ähnlich wie das von Connors strukturiert ist. Er weist insbesondere nach, daß die tägliche Belastung einer Klinik annähernd normal verteilt ist.

3.5. Bekannt gewordene Anwendungen

Die meisten der bekannten Modelle wurden anhand empirischer Daten entwickelt. Vom Einsatz der Planungsmodelle in der Praxis des Krankenhausbetriebs wird jedoch, mit einer Ausnahme, nichts berichtet.

Wood und Lamontagne [1969] veröffentlichten Ergebnisse des praktischen Einsatzes eines Planungsverfahrens. Die eingesetzte Planungstechnik entsprach der eines Bettenbuchungssystems, wie es von Touristikunternehmen eingesetzt wird: Für einen aufzunehmenden Patienten wird für verschiedene Aufnahmetage geprüft, ob während seiner geschätzten Aufenthaltsdauer die vorhandene Bettenkapazität überbelegt wird. Der Patient wird dann zum frühesten Aufnahmetag vorgemerkt, an dem keine Überbelegung auftritt. Dieses Reservierungssystem wurde von einem Computer unterstützt.

Nach einer sechs Monate dauernden Anwendung des Systems in einem Krankenhaus mit 178 Betten[1)] beobachteten Wood und Lamontagne folgende

---

1) Massachusetts Eye and Ear Infirmary, Boston, USA

Ergebnisse:

- Erhöhung der mittleren Auslastung um 4 %,
- Senkung der mittleren Verweildauer um 1/2 Tag,
- Stabilisierung der täglichen Belastung des Personals,
- schnellere Reaktion auf Absagen von Patienten.

Ob allerdings die Verringerung der Verweildauern und die Steigerung der Auslastung allein auf das eingeführte System zurückzuführen sind, muß bezweifelt werden. Eine längerfristige Vergrößerung der Auslastung ist nämlich nur dann möglich, wenn die Nachfrage entsprechend zunimmt. Eine Rückwirkung der Installation des Systems auf die Nachfrage ist jedoch nicht auszuschließen.

3.6. Beurteilung der Lösungsansätze

Die beschriebenen Lösungsvorschläge sind für die Beurteilung in zwei Gruppen einzuteilen:

- Modelle zur Kapazitätsplanung
- Modelle zur Terminplanung

Die Modelle zur Kapazitätsplanung sind entweder analytische Warteschlangenmodelle (wie z.B. Bailey) oder Simulationsmodelle. Soweit es von der Struktur des Planungsproblems her möglich ist, sind analytische Modelle den Simulationsverfahren vorzuziehen, da sie im allgemeinen weniger rechenaufwendig sind.

Terminplanungsmodelle sind für den praktischen Einsatz dann nicht geeignet, wenn sie von einem Planungshorizont von einem Tag ausgehen. Eine solche Planung würde voraussetzen, daß die Patienten ohne Angabe eines Aufnahmetermins in eine Warteliste eingetragen werden würden und dann kurzfristig - eben innerhalb eines Tages - das Krankenhaus aufsuchen müßten. Diese Vorgehensweise wäre völlig auf die Bedürfnisse des Krankenhauses, nicht aber auf die der Patienten abgestellt und ist deshalb abzulehnen. Daher sind die von Young [1962, 1966], Smith/Solomon [1966], Kolesar [1970] und Offensend [1972] vorgeschlagenen Planungstechniken ungeeignet.

Die übrigen Terminplanungsmodelle (Robinson/Winter/Davis [1968], Connors [1968, 1970], Rubenstein [1971]) beruhen alle auf dem Prinzip der stochastischen Vorhersage der Belastung und des Belastungsausgleichs. Diese Modelle gehen von den individuellen Kapazitätsansprüchen der Patienten aus. Der Planungshorizont kann größer als eine Zeiteinheit festgelegt werden. Dadurch wird eine Terminplanung erst möglich. Durch die Berücksichtigung von zusätzlichen Restriktionen sind solche Terminierungsmodelle außerordentlich flexibel bei der Anwendung. Der vergrößerte Daten- und Rechenaufwand läßt sich aber nur mit Hilfe einer EDV-Anlage relativ leicht bewältigen. Die Verwendung dieses Hilfsmittels ist deshalb Voraussetzung für den Einsatz der Terminplanungsmodelle.

Das Ergebnis der Literaturstudie war außerdem, daß es noch keine umfassende Darstellung des ganzen Problemkreises der Aufnahmeplanung gibt. Ebenso existiert noch kein Planungsansatz, der zumindest die wesentlichsten Gebiete der Aufnahmeplanung beinhaltet. Manche Teilprobleme wurden noch nicht einmal untersucht.

Aus diesen Gründen wurde das nachfolgend beschriebene Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus entwickelt und durch einen Realisierungsvorschlag für die Anwendung mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage abgerundet.

4. Die Datenanalyse in der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg[1)]

Um eine Datenbasis für ein Planungsmodell zu schaffen, wurde in der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg eine umfangreiche Datenerhebung durchgeführt[2)]. Grundlage der Datenerhebung war das Modell, das in Abschn. 3.1. beschrieben wurde. Wichtige Teilaufgaben der Analyse waren:

- Untersuchung des Ankunftsprozesses der Nachfrage
  - = Anfragen von Nichtnotfallpatienten
  - = Aufnahmen von Nichtnotfallpatienten
  - = Ankünfte von Notfallpatienten
  - = Aufnahme von Notfallpatienten
  - = Abweisungen von Notfallpatienten
- Untersuchung der Verweildauern der Patienten
  - = in Abhängigkeit von Krankheit, Alter, Geschlecht
  - = in Abhängigkeit von der Station
- Analyse des Patientenflusses zwischen den Stationen
  - = der Notfallpatienten
  - = der Nichtnotfallpatienten

4.1. Beschreibung der Klinik

Die Medizinische Klinik ist Teil des Klinikums der Universität Erlangen-Nürnberg. Sie besteht aus 13 Stationen, deren Aufgabenschwerpunkte in Tabelle 4.1./1 zusammengestellt sind.

Im Jahr 1972 wurden ca. 5000 Patienten[3)] stationär behandelt. Diese Leistung wurde mit einer Kapazität von 235 Betten erzielt, die für Diagnostik und Therapie zur Verfügung standen (siehe Tabelle 4.1./2).

---

1) Der folgende Abschnitt gründet sich auf die Arbeit von Kohlschreiber [1974] . Dort finden sich auch die ausführlichen numerischen Ergebnisse.

2) Wir danken insbesondere dem Leiter der Medizinischen Klinik, Herrn Prof.Dr.L.Demling, für die Unterstützung der Arbeit. Außerdem danken wir den Herren Reg.-Amtmann H.Becher (Verwaltung) und Dipl.-Phys.K.Matt (Rechenzentrum des Klinikums) für die Beratung und die tatkräftige Hilfe vor und während der Erhebung der Daten.

3) Die hier erwähnten Zahlen beziehen sich nicht auf Patienten, sondern auf Klinikaufenthalte. Wurde nämlich ein Patient im Jahr 1972 mehrfach aufgenommen, so wird jeder Aufenthalt getrennt registriert und erscheint auch in den Statistiken mehrfach.

Tabelle 4.1./1	Hauptsächliche Aufgabengebiete der Stationen der Medizinischen Klinik (Stand: 1972)	
Station	Bezeichnung	Aufgabenschwerpunkt*)
10	sog. "Aufnahmestation"	
		sämtliche ambulante sowie nicht lebensbedrohende Akutfälle
11	Intensivstation	
		lebensbedrohende Akutfälle
12		Kardiologie**)
13		Gastroenterologie - Frauen
14		Hämatologie - Frauen
21		Gastroenterologie - Männer
23		Niere / Leber (Endokrinologie) - Männer
24		Hämatologie - Männer
25		Stoffwechsel (insbes. Fettstoffw.)
31		Nuklearmedizin (vorw.Schilddrüse)
32		vorw. Gastroenterologie (Privatstation)
41		Infektionskrankheiten (TBC, Hepatitis)
42		Lungenerkrankungen**)

*) Nach Auskunft der Ärzte

**) oben angegebene Situation für Stationen 12 / 42 galt bis 1.10.72; danach genau umgekehrt.

Tabelle 4.1./2	Übersicht über die Bettenkapazität										
Station	11	13	14	21	23	24	25	31	32	41	42
1-Bett-Zimmer	-	-	-	-	-	-	2	4	6	5	10
2-Bett-Zimmer	2	1	1	3	2	-	1	-	14	-	-
3-Bett-Zimmer	1	2	2	1	2	3	-	-	-	-	5
4-Bett-Zimmer	-	3	2	1	1	3	1	-	-	-	-
5-Bett-Zimmer	-	1	-	-	1	-	-	-	-	3	-
6-Bett-Zimmer	1	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-
7-Bett-Zimmer	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Gesamte Betten	13	31	22	32	25	21	8	4	34	20	25

Stand vom 31.12.73 (frühere Daten nicht verfügbar) entspricht jedoch weitgehend der Situation des Jahres 1972 (Die Betten der Station 10 (sog. "Aufnahmestation") sind in Station 11 mit enthalten. Die Daten der Station 12 sind nicht mehr verfügbar; die Station wurde außerdem inzwischen umgebaut.

4.2. Beschreibung des Datenmaterials

Anhand der im Archiv der Klinik nach Geburtsdaten der Patienten geordneten Krankenblätter wurden die Daten von ungefähr 4000 Patienten erfaßt, die im Jahr 1972 aufgenommen wurden. Das entspricht einer Erfassungsrate von rund 80%. Die nicht erfaßten 20% der Patientenkrankenblätter befanden sich zum größten Teil noch im Umlauf, zu einem kleineren Teil in speziellen Archiven einzelner Stationen.

Die Daten wurden hauptsächlich dem Krankenblattkopf (Abb. 4.2./1) entnommen. Art und Umfang der erhobenen Daten sind aus Tabelle 4.2./1 zu ersehen.

Tabelle 4.2./1	Erfaßte Daten
	- Geburtsdatum - Namensschlüssel - Geschlecht (bei Erfassung im Falle einer Diskrepanz zum Namen korrigiert) - Aufnahmestation (= aufnehmende Station)[1)] - Aufnahmetag (= wievielter Tag des Jahres - bei Erfassung mit Aufnahmedatum verglichen und gegebenenfalls korrigiert) - Aufnahmeart - Aufnahmeanlaß - Verweildauer (bei Erfassung verglichen mit Differenz aus Entlassungsdatum und Aufnahmedatum -gegebenenfalls korrigiert) - Entlassungsart - 1. behandelnde Station (1. Verlegung)[1)] - 2. " " (2. ")[1)] - Verweildauertag der 1. Röntgenuntersuchung[1)] - " " 2. " [1)] - " " 3. " [1)] - bis zu 6 verschiedenen Diagnosen[2)] (übernommen wurden die ersten und letzten beiden Stellen des Diagnosefeldes auf dem Krankenblattkopf - siehe Abb. 4.2./1)

1) Diese Daten wurden dem Inneren des Krankenblattes entnommen
2) Diese Diagnosen stellen Enddiagnosen dar

Die Daten wurden auf Markierungsbelegen erfaßt, auf Lochkarten übertragen und mit Hilfe der Rechenanlage CD 3300 des Universitätsrechenzentrums ausgewertet.

Abb. 4.2./1 Krankenblattkopf

Medizinische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Name
Adresse
Aufnahmedatum
aufnehmende Station
Krankenkasse

Kartenart	Das wievielte Kopfblatt	Aufnahme-Nr.	Jahr
01	02	3464	72

Geburtsdatum	Name	Geschlecht	Alter
040934	05	2	78

Aufnahme-Tag	Stationsarzt	Einzugsgebiet
043	80	2

A. Mehrling?
0 [X] Einling
8 [ ] Reihenfolge unbekannt
Zwilling [ ]
...ter Drilling [ ]
Vierling [ ]
Fünfling [ ]

B. Erbleiden?
Erbliche Krankheitsfaktoren sind
nicht erkennbar 0 [X]
möglich 1 [ ]
wahrscheinlich 2 [ ]
weitgehend gesichert 3 [ ]

A: 0 B: 0

C. Blutgruppe
0 Rh+ 1 [X]
0 rh − 2 [ ]
A Rh+ 3 [ ]
A rh − 4 [ ]
nicht bestimmt 0 [ ]
B Rh + 5 [ ]
B rh − 6 [ ]
AB Rh + 7 [ ]
AB rh − 8 [ ]

Entlassungsdatum, bei Tod Uhrzeit: 23. 2. 72

C: 1
Verweildauer: 006

D. Aufnahmeart:
0 [X] Neuaufnahme
1 [ ] Wiederaufnahme bei gleicher Erkrankung
2 [ ] Wiederaufnahme aus anderem Grund

E. Aufnahmeanlaß:
0 [ ] reguläre Aufnahme
1 [ ] Notaufnahme
2 [X] Verlegung aus anderer Klinik der Universität
3 [ ] Verlegung aus anderem Krankenhaus
4 [ ] Übernahme von anderer Station
5 [ ] Einweisung durch Poliklinik
6 [ ] Gutachten
8 [ ] Sonstige Aufnahmeart

D: 0 E: 2

F. Entlassungsart
0 [ ] Entlassung ohne poliklinische Weiterbehandlung
1 [ ] Entlassung mit poliklinischer Weiterbehandlung
2 [ ] Entlassung nur vorübergehend
3 [ ] Verlegung in andere Klinik der Univ.
4 [X] Verlegung in anderes Krankenhaus
5 [ ] Verlegung auf andere Station
6 [ ] Tod mit Sektion Sektionsergebnis bei der Diagnose berücksichtigt
7 [ ] Tod mit Sektion Sektionsergebnis bei Diagn. nicht berücks.
8 [ ] Tod ohne Sektion
9 [ ] Sonstige Entlassungsart

F: 4

G. Diagnosen:
Bitte auch angeben, ob es sich um einen Verdacht auf..., Zustand nach..., oder um ein Rezidiv der Krankheit nach... Operation, Bestrahlung oder sonstiger Behandlung handelt.

		Bei Todesfällen	
nicht behandelt	0		
behandelt, geheilt oder gebessert	1	Hauptodesursache	7
unverändert	2	Mitwirkende Todesursache	8
verschlechtert	3	kein Einfluß auf Ausgang	9

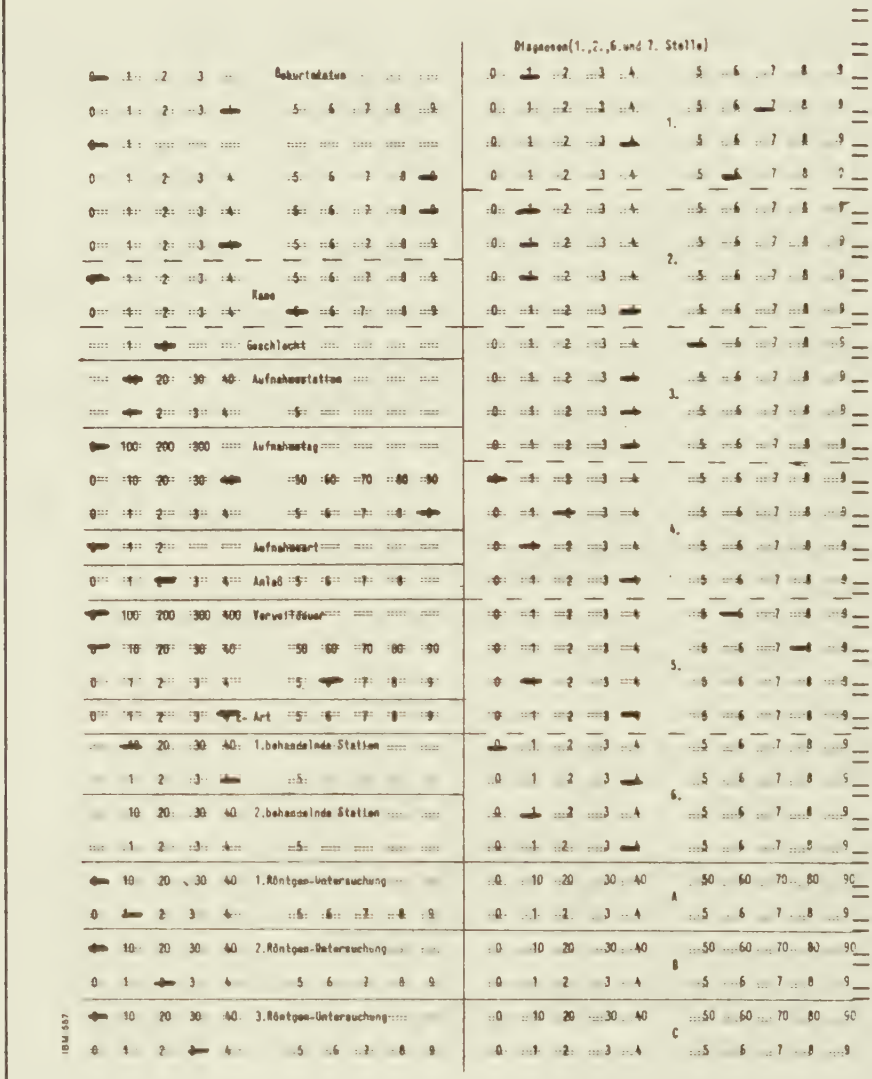
	Ergänzende Angaben zu jeder Diagnose: Ausgang (Zutreff. Ziffer bitte eintragen)	Bestand Krankh. bei Aufnahme=A (ist sie Interkurrent aufgetreten=K)	Hauptdiagnose = + Nebendiagnosen = −	Weitere Diagnosen umseitig eintragen! Gesamtzahl der Diagnosen: 06
1. Zustand nach Apoplex mit Hemiplegie li	1	K	+	173634 6
2. Hypertonus	1	A	−	118214
3. Wechselnde Bradycarde Rhythmusstörungen	1	A	+	548214
4. Adipositas	1	A	−	029074
5. Diab. mell. lat.	1	A	−	684024
6. Dysmutasis Pfeiffer's isolata	1	A	−	043484

Stationsarzt: [signature] Oberarzt: [signature]

Krankengeschichte und Arztbrief im Archiv abgegeben am: 24. 2. 72 (wird im Archiv ausgefüllt) [signature]
geprüft: [signature]
am: 24. 2. 72

Abb. 4.2./2

Markierungsbeleg zur Datenerfassung



Außerdem wurden die Aufnahmebücher der Intensivstation zur Datengewinnung herangezogen.

Schließlich wurde eine 4 Wochen dauernde Erhebung der Ankünfte von Nachfragen von Nichtnotfallpatienten durchgeführt.

4.3. Fehler in den erfaßten Daten

In der Hauptsache sind die Krankenblätter der Patienten die Quelle der erfaßten Daten; alle fehlerhaften Eintragungen in den Krankenblättern sind deshalb mögliche Fehlerursachen.

Eine weitere Fehlerquelle stellt der handschriftlich ausgefüllte Krankenblattkopf dar, der zum Teil von Ärzten, zum Teil von nichtmedizinischem Personal (auch Studenten) beschriftet wird.

Auch beim Übertragen der Daten auf die Markierungsbelege können Fehler entstanden sein.

Um Fehler in den Daten zu beseitigen, wurde bereits beim Ausfüllen der Markierungsbelege auf erkennbare Fehler geachtet (z.B. Abweichungen zwischen dem Namen und dem Geschlecht des Patienten, zwischen Aufnahmedatum und Aufnahmetag, zwischen Verweildauer und der Differenz zwischen Entlassungs- und Aufnahmetag[1]).

Außerdem wurden die Daten einer umfangreichen maschinellen Plausibilitätskontrolle unterworfen. Ca. 5% der Datensätze werden dabei als fehlerhaft ausgeschieden.

Nicht erkannt werden konnten vor allem fehlerhaft verschlüsselte Diagnosen.

Entsprechendes gilt für die Daten, die den Aufnahmebüchern der Intensivstation entnommen wurden.

---

1) In der Auswertung wurden Aufnahme- und Entlassungstag als je ein Tag gezählt, sofern sie nicht übereinstimmen.

4.4. Die Auswertung der Daten

Das Hauptgewicht wurde auf die Ermittlung folgender Daten gelegt:

- Zuordnung von Krankheiten zu Stationen
- Ankünfte von Anfragen nach Betten von Nichtnotfallpatienten
- Ankünfte von Notfallpatienten
- Patientenfluß innerhalb der Klinik
- Verweildauern der Patienten

4.4.1. Die Zuordnung von Krankheiten zu Stationen

Zunächst sollte geprüft werden, welche Patienten mit welchen Krankheiten in welche Stationen aufgenommen wurden. Dazu wären die Einweisungsdiagnosen erforderlich gewesen. Da diese nicht erfaßt werden, mußte auf Enddiagnosen zurückgegriffen werden. Diese Diagnosen werden in der Medizinischen Klinik nach dem klinischen Diagnoseschlüssel (KDS) von Immich [1966] verschlüsselt und in die Krankenblätter eingetragen. Die Systematik dieses Schlüssels ist in den Abb. 4.4.1./1-3 dargestellt.

Abb. 4.4.1./1	Klinischer Diagnoseschlüssel von Immich (Systematik)

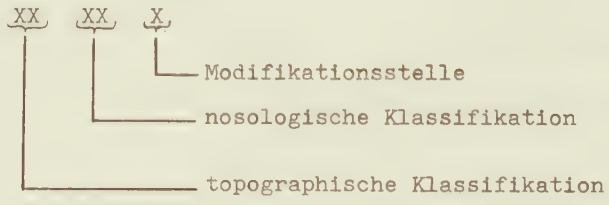


Abb. 4.4.1./2	Klinischer Diagnoseschlüssel von Immich (Topologie, 1. u. 2. Stelle von links)

00 Gesamtorganismus, Psyche	50 Bronchen
01 Gesamtorganismus, Psyche	51 Lunge
02 Gesamtorganismus, Psyche	52 Pleura
03 Gesamtorganismus, Psyche	53 Kreislauforgane als Ganzes
04 Haut und Anhangsgebilde	54 Herz als Ganzes
05 Haut und Anhangsgebilde	55 Endokard
06 Haut und Anhangsgebilde	56 Myokard
07 Haut und Anhangsgebilde	57 Perikard
08 Knochen als Ganzes	58 Koronararterie
09 Gelenke als Ganzes	59 Thymus
10 Muskeln, Sehnen als Ganzes	60 Bauch als Ganzes
11 Blutgefäße als Ganzes	61 Baucheingeweide als Ganzes
12 Lymphknoten, -bahnen als Ganzes	62 Magendarmtrakt als Ganzes
13 Blut, Blutbildende Organe	63 Magen und Duodenum
14 Nervensystem als Ganzes	64 Darm
15 Kopf, Schädelknochen	65 Appendix und Kolon
16 Hirnhaut, Hirnsinus	66 Leber
17 Gehirn	67 Gallenblase, Gallenwege
18 Hypophyse	68 Pankreas
19 Epiphyse	69 Milz
20 Hirnnerven	70 Harnorgane als Ganzes
21 Gesicht, Gesichtsknochen	71 Niere
22 Lid, Bindehaut, Tränenapparat	72 Nierenbecken und Ureter
23 Augenbulbus	73 Nebenniere
24 Hornhaut, Sklera und Uvea	74 Becken als Ganzes
25 Pupille, Linse, Retina	75 Rektum
26 Dioptrischer Apparat	76 Harnblase, Harnröhre
27 Atmungsorgane, obere Luftwege	77 Geschlechtsorgane als Ganzes
28 Nase	78 Äußeres männliches Genitale
29 Nasennebenhöhlen	79 Inneres männliches Genitale
30 Sprachwerkzeuge als Ganzes	80 Äußeres weibliches Genitale
31 Verdauungsorgane als Ganzes	81 Uterus
32 Mund	82 Adnexe
33 Zähne, Zahnhalteapparat	83 Gravider Uterus
34 Zunge	84 Fetus
35 Speicheldrüsen	85 Rücken als Ganzes
36 Gaumenmandel	86 Wirbelsäule
37 Rachen	87 Rückenmark
38 Äußeres Ohr	88 Extremitäten als Ganzes
39 Mittelohr	89 Schultergürtel
40 Innenohr	90 Arme
41 Hals als Ganzes	91 Schultergelenk und Oberarm
42 Kehlkopf	92 Ellenbogen und Unterarm
43 Schilddrüse	93 Handgelenk und Hand
44 Nebenschilddrüse	94 Finger
45 Trachea	95 Beine
46 Ösophagus	96 Hüftgelenk und Oberschenkel
47 Rumpf als Ganzes	97 Knie
48 Brustkorb als Ganzes	98 Unterschenkel und Sprunggelenk
49 Mamma, Mamille	99 Fuß und Zehen

Abb. 4.4.1./3	Klinischer Diagnoseschlüssel von Immich (Nosologie, 3. u. 4. Stelle von links)
01 bis 03	Tuberkulose
04	Lues connatalis, Lues I und II
05	Lues III
06	Gonorrhoe
07 bis 19	Sonstige Infektionskrankheiten
20	Frakturen
21	Luxationen
22 bis 23	Verletzungen
24	Fremdkörper und restliche Verletzungen
25	Verbrennung, Erfrierung, Verätzung
26 bis 28	Vergiftungen
29	Schäden durch sonstige äußere unbelebte Faktoren
30 bis 31	Komplikationen von Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett
32 bis 34	Angeborene Mißbildungen
35 bis 37	Kreislaufstörungen
38 bis 39	Störungen der Nervenversorgung, körperliche Störungen durch abartiges psychisches Verhalten
40	Diabetes mellitus
41 bis 42	Sonstige endokrine Krankheiten
43	Avitaminosen
44 bis 46	Stoffwechsel- und Ernährungskrankheiten
47 bis 49	Rheumatische Krankheiten (außer chron. rheumat. Herzklappenfehlern)
50	Präkanzerosen
51 bis 53	Bösartige Neubildungen
54	Metastasen bösartiger Neubildungen
55 bis 58	Gutartige Neubildungen
59	Sonstige und nicht näher bezeichnete Neubildungen
60	Hautkrankheiten mit verschiedenen bevorzugten Lokalisationen
61 bis 89	Andere Krankheiten
90 bis 99	Zur freien Verfügung jedes Krankenhauses

Da im Krankenblattkopf bis zu 6 Diagnosen angegeben sein konnten, mußte aus diesen Diagnosen eine maßgebliche Diagnose ausgewählt werden.

Als Auswahlkriterium diente, sofern mehr als eine Diagnose angegeben war, die 6. und 7. Stelle des Diagnosefeldes im Krankenblattkopf. Die Bedeutung dieser beiden Stellen ist in den Tabellen 4.4.1./1 und 4.4.1./2 angegeben.

Tabelle 4.4.1./1	Bedeutung der 6. Stelle des Diagnosefeldes	
6. Stelle	Bedeutung	Art der Diagnose
7	Haupttodesursache } Todesfall	Hauptdiagnose
8	mitwirkende Todesursache } Todesfall	"
9	kein Einfluß auf Ausgang } Todesfall	Nebendiagnose
0	nicht behandelt	"
1	behandelt / geheilt oder gebessert	"
2	unverändert	"
3*)	verschlechtert	Nebendiagnose
	nicht behandelt	Hauptdiagnose
4	behandelt / geheilt oder gebessert	"
5	unverändert	"
6	verschlechtert	"

*) Dieser Schlüssel ist zwar mehrdeutig, sein Auftreten in einem Diagnosefeld kann nach Aussage von Ärzten der Medizinischen Klinik jedoch immer als nicht behandelte Hauptdiagnose interpretiert werden (gilt nur für die Medizinische Klinik in Erlangen!)

Tabelle 4.4.1./2 zeigt die Bedeutung der 7. Stelle der verschlüsselten Diagnose:

Tabelle 4.4.1./2	Bedeutung der 7. Stelle des Diagnosefeldes	
7. Stelle	Bedeutung	
0	Zustand nach Bestrahlung	Fall K: Krankheit trat interkurrent auf
5	Verdacht auf ...	
6	Zustand nach ...	
7	Rezidiv eines(r) ...	
8	weitgehend sichere Diagnose	
9	Zustand nach Bestrahlung	Fall A: Krankheit bestand bei Klinikaufnahme
1	Verdacht auf ...	
2	Zustand nach ...	
3	Rezidiv eines(r) ...	
4	weitgehend sichere Diagnose	

Verwendet wurden für die weiteren Untersuchungen nur solche Diagnosen, die als Hauptdiagnosen gekennzeichnet waren und für die Fall A (siehe Tabelle 4.4.1./2) galt. Blieben dann noch mehrere Diagnosen übrig, so wurde generell - nach Rücksprache mit Klinikärzten - die erste in Frage kommende Diagnose ausgewählt.

Diese zwar plausible, aber doch willkürliche Auswahl war insbesondere für die Zuordnung der Verweildauern zu Diagnosen unumgänglich, da eine Aufteilung der Verweildauer auf einzelne Krankheiten eines Patienten nicht möglich war.

In den Abb. 4.4.1./4 und 4.4.1./5 sind die Zuordnungen von Krankheiten (Diagnosen) zu Stationen dargestellt, wie sie sich aus den erhobenen Daten ergab.

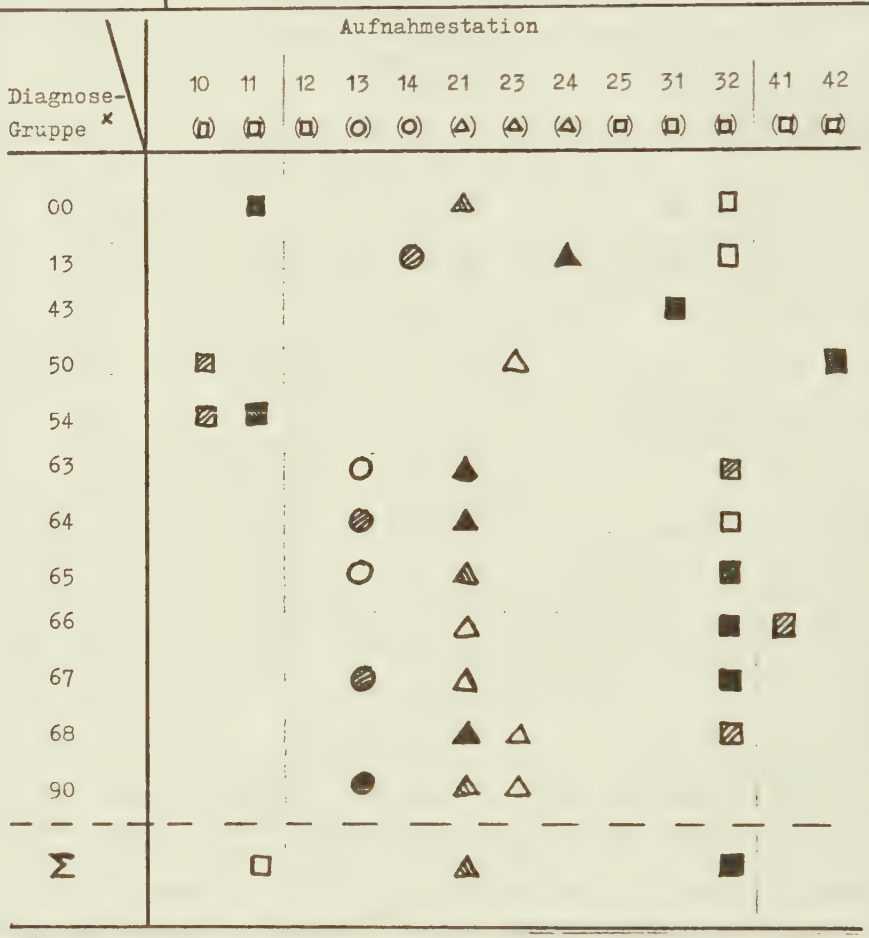
Abb. 4.4.1./4

Zuordnung von Diagnosegruppen zu Aufnahmestationen

Aufnahme-Station		Diagnosegruppe 00	13	43	50	54	63	64	65	66	67	68	90
10	(□)	▨				■						□	
11	(□)	▨				■							
12	(□)				■								
13	(○)	○					●		◐				
14	(○)		●							○			●
21	(△)						▲		△			◭	
23	(△)	△								▲		◭	
24	(△)		▲							◭		△	
25	(□)		▨							▨		■	
31	(□)			■									
32	(□)	□					▨		■				
41	(□)	▨								■		□	
42	(□)	▨	▨		■								

△ - Männerstation
○ - Frauenstation
□ - gemeinsame Station
● - höchster Anteil von Patienten auf dieser Station
▨ - 2. " " " " " " "
◐ - 3. " " " " " " "
(jedoch mind. 5% der gesamten Patienten dieser Station)

Abb. 4.4.'./5 — Zuordnung von Aufnahmestationen zu Diagnosegruppen



△ - Männerstation
○ - Frauenstation
□ - gemeinsame Station
● - höchster Anteil von Patienten in dieser Diagnosegruppe
⊘ - 2. " " " " " " "
○ - 3. " " " " " " "
(jedoch mind. 10% der gesamten Patienten in dieser Diagnosegruppe)
Σ - Summe aller Patienten (Diagnosegruppe 00,01,,,99)

x Anzahl der Patienten pro Diagn.Gr. ≥ 100

Die Häufigkeiten der einzelnen Krankheiten (Enddiagnosen) kann Tabelle 4.4.1./3 entnommen werden.

Tabelle 4.4.1./3	Häufigkeiten von Patienten mit bestimmten Enddiagnosen		
Diagnosegruppe		Häufigkeit absolut	Häufigkeit relativ in %
00	Gesamtorganismus, Psyche	403	10.7
13	Blut, Blutbildende Organe	212	5.6
43	Schilddrüse	131	3.5
50	Bronchen	112	3.0
54	Herz als Ganzes	238	6.3
63	Magen und Duodenum	428	11.4
64	Darm	115	3.0
65	Appendix und Kolon	292	7.8
66	Leber	262	7.0
67	Gallenblase, Gallenwege	105	2.8
68	Pankreas	277	7.4
90	Arme	147	3.9
	Zwischensumme	2722	72.4
	Patienten mit anderen Diagnosen	1038	27.6
	Summe	3760	100.0

4.4.2. Die Ankünfte von Notfallpatienten

Als Notfallpatienten wurden die Patienten gewertet, bei denen im Krankenblattkopf als Aufnahmeanlaß 1 (= Notaufnahme) angegeben war.

Die Ankünfte der Notfallpatienten wurden nach folgenden Gesichtspunkten untersucht:

- Ankünfte insgesamt (Zeitreihe),
- Ankünfte je Station (Zeitreihe),
- Ankünfte je Diagnosegruppe (Zeitreihe),
- Ankünfte je Wochentag (Häufigkeiten),
- Ankünfte je Wochentag und Station (Häufigkeiten).

Die ausführlichen numerischen Ergebnisse finden sich bei Kohlschreiber [1974].

Die Zeitreihenuntersuchung der Ankünfte insgesamt ergab, daß keine erkennbaren jahreszeitlichen Schwankungen vorlagen. Abb. 4.4.2./1-3 zeigen die Fourier-Analyse[1)] der Ankunftszeitreihen.
Zur Analyse wurden die Ankünfte jeweils einer Woche, zweier Wochen bzw. von vier Wochen zusammengefaßt. Außerdem wurden die Ankünfte aller Montage, Dienstage usw. zusammengelegt; dadurch entstand ein mittleres wöchentliches Ankunftsprofil der Notfälle, das ebenfalls auf Schwankungen untersucht wurde (Abb. 4.4.2./4).

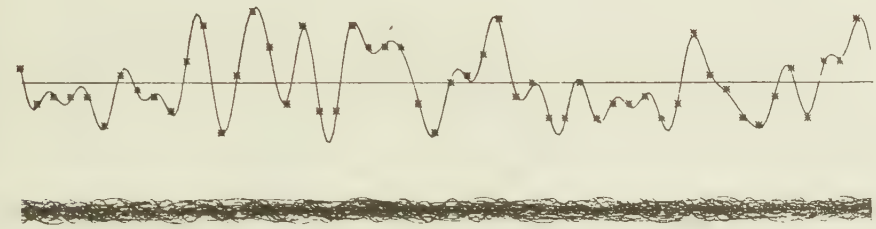
Signifikante Frequenzen waren durch die Fourier-Analyse nicht zu erkennen. Entsprechendes gilt für die Ankünfte je Station bzw. Diagnosegruppe.

Für die gesamte Klinik wurde eine Ankunftsrate von ca. 2.9 Notfallpatienten pro Tag errechnet.

---

1) Vgl. dazu z. B. Zurmühl [1965].

Abb. 4.4.2./1	Fourier-Analyse der Ankünfte von Notfallpatienten (wöchentlich zusammengefaßt)



1. 10. 20. 30. 40. 50. Woche

Abb. 4.4.2./2	Fourier-Analyse der Ankünfte von Notfallpatienten (je 2 Wochen zusammengefaßt)

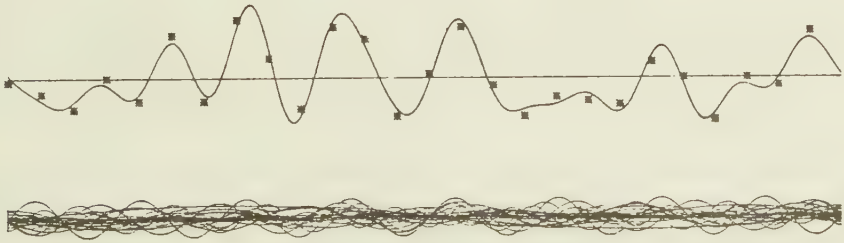


Abb. 4.4.2./3	Fourier-Analyse der Ankünfte von Notfallpatienten (je 4 Wochen zusammengefaßt)

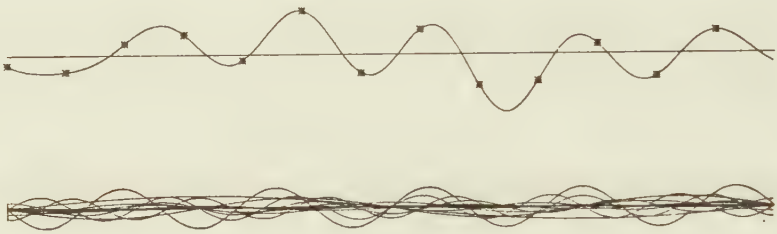
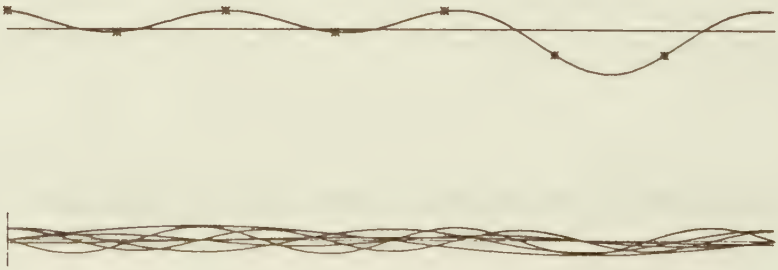


Abb. 4.4.2./4	Fourier-Analyse der Ankünfte von Notfallpatienten (Wochentage)



Die Ankunftshäufigkeiten wurden Anpassungstests unterzogen. Das Ergebnis für die Intensivstation zeigt Tabelle 4.4.2./1.

Tabelle 4.4.2./1 — Ergebnisse der χ^2-Tests der Ankunftshäufigkeiten für die Intensivstation

Ankunfts-häufigkeit 1)			Gleichverteilung		Poissonverteilung		Binomialverteilung		
	μ	σ	χ^2	S	χ^2	S	p	χ^2	S
Montag	2.1	1.6	49.1	~ 1.0	8.6	0.96	0.25	2.3	0.68
Dienstag	1.9	1.4	64.5	~ 1.0	2.9	0.59	0.21	3.1	0.79
Mittwoch	2.1	1.5	47.2	~ 1.0	3.5	0.68	0.23	7.6	0.98
Donnerstag	1.9	1.3	69.9	~ 1.0	2.8	0.58	0.21	4.0	0.74
Freitag	2.1	1.6	50.3	~ 1.0	9.5	0.97	0.24	3.5	0.82
Samstag	1.7	1.4	98.1	~ 1.0	10.1	0.99	0.18	11.2	0.99
Sonntag	1.7	1.3	72.0	~ 1.0	1.0	0.20	0.20	0.9	0.35
alle Tage	1.9	1.5	364.9	~ 1.0	11.5	0.96	0.22	34.3	~ 1.0

μ = Mittelwert } der Stichprobe
σ = Standardabweichung }

S = Sicherheitswahrscheinlichkeit bei Ablehnung der Hypothese, die beobachteten Häufigkeiten gehorchen der genannten Verteilung

p = Parameter der Binomialverteilung

Die Parameter der Verteilungen wurden aus der jeweiligen Stichprobe nach der Momentenmethode geschätzt.

Der durchgeführte χ^2-Test zwingt generell nicht zur Ablehnung der Hypothese, die beobachteten Ankünfte seien poissonverteilt. Dasselbe gilt für die Binomialverteilung, wenngleich hier die Anpassung fast durchweg schlechter ist.

Die Ankunftshäufigkeiten der Werktage unterscheiden sich nicht wesentlich, ebenso die des Wochenendes. Zwischen den Werktagen und dem Wochenende ist allerdings ein Unterschied festzustellen. Daraus resultiert auch die relativ schlechte Anpassung der Verteilungen an die zusammengefaßten Ankunftshäufigkeiten.

---

1) ohne Dialyse-Patienten

Die Ergebnisse für die Notfallankünfte der gesamten Klinik unterscheiden sich von denen der Intensivstation zwar quantitativ, nicht aber qualitativ.

4.4.3. Die Anfragen nach Betten

Von der Nachfrage nach Betten durch Notfallpatienten ist die Nachfrage nach Betten durch Nichtnotfallpatienten zu unterscheiden, da dieser Bedarf nicht sofort befriedigt zu werden braucht. Da die Anfragen nach Betten von der Verwaltung nicht erfaßt werden, war eine eigene Datenerhebung notwendig. Diese wurde im Zeitraum 18.11.1972 - 15.12.1972 durchgeführt. Dazu wurden Fragebogen (siehe Abb. 4.4.3./1 und 4.4.3./2) an alle Stellen verteilt, an denen Nachfrage nach Betten auftreten konnte. **Diese Stellen waren:**

- **der Ambulanzarzt (für gewöhnliche Aufnahmen),**
- **der Dienstarzt (für Notaufnahmen, besonders außerhalb der normalen Arbeitszeit),**
- **die Stationen.**

Für jede Nachfrage sollte ein Bogen ausgefüllt werden.

Abb. 4.4.3./1	Fragebogen zur Erhebung des Bedarfs an Betten (1)

Medizinische Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Erfassung der täglichen Nachfrage nach Betten von außerhalb der Medizinischen Klinik

Station: 32	Datum: 21.11.72

Name des Patienten: Arnold

Notfall? ~~ja~~/nein

angenommen? ja, für wann? Datum: 28.11.72
nein

Zutreffendes bitte anstreichen

Unterschrift: [signature]

Abb. 4.4.3./2	Fragebogen zur Erhebung des Bedarfs an Betten (2)

Medizinische Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg

Erfassung der täglichen Nachfrage nach Betten von außerhalb der Medizinischen Klinik

Erfassungsort: Dienstarzt	Datum: 9. 12. 72

Name des Patienten: Goehring, Werner

Notfall? nein/ja

vom Ambulanzarzt geschickt? nein/ja

stationäre Behandlung erforderlich? nein/ja

angenommen? nein/ja, für wann? Datum: 9. 12. 72

Unterschrift: Lutz

Das Ergebnis der Erhebung ist in Tabelle 4.4.3./1 zusammengefaßt:

Tabelle 4.4.3./1	Anfragen nach Betten und Notaufnahmen pro Tag				
Erfassungs-ort	Erfassungs-zeit (Tage)	Anfragen	Notfälle	abgelehnte Anfragen	abgelehnte Notfälle
Ambulanz (Nichtnot-fälle)	18	5.3	-	0.6	-
Dienstarzt (Notfälle)	13	-	5.1	-	2.0
St. 13*)	7	0.7	0.4	0.1	0.0
St. 14*)	12	0.7	0.3	0.0	0.0
St. 21*)	9	1.6	0.2	0.0	0.0
St. 24*)	4	1.2	0.0	0.0	0.0
St. 31*)	6	1.3	0.0	0.0	0.0
St. 32*)	19	3.6	0.2	0.4	0.0

*) Stichprobenumfang (Anfragen und Notfälle) kleiner als 20

Die Wartezeit der Nichtnotfallpatienten betrug zwischen 1 und 6 Wochen.

Das Resultat der Erhebung war zum Teil sehr schlecht; die Rücklaufquote der Fragebogen war bei manchen Stationen gering. Das ergab ein Vergleich zwischen den zurückgegebenen ausgefüllten Bogen und den Schätzungen der Nachfragen, die vorher abgegeben wurden. Die mangelhafte Mitarbeit war auch darin begründet, daß nicht alle Personen, welche die Erfassung durchführen sollten, vorher persönlich vom Anliegen der Aktion unterrichtet werden konnten.

4.4.4. Der Patientenfluß in der Klinik

Außer dem Fluß der Patienten in die Klinik (Ankünfte) wurde auch der Fluß der Patienten innerhalb der Klinik untersucht.

In Tabelle 4.4.4./1 und Abb. 4.4.4./1 ist das Ergebnis dargestellt.

Auffallend ist der relativ große Anteil (ca. 1/4) der Notfallpatienten an der Gesamtzahl der Patienten. Die meisten Notfallpatienten (ca. 87%) wurden in die Stationen 10/11 (Notaufnahme-/Intensivstation) aufgenommen. Der Rest wurde direkt in die übrigen Stationen eingewiesen.

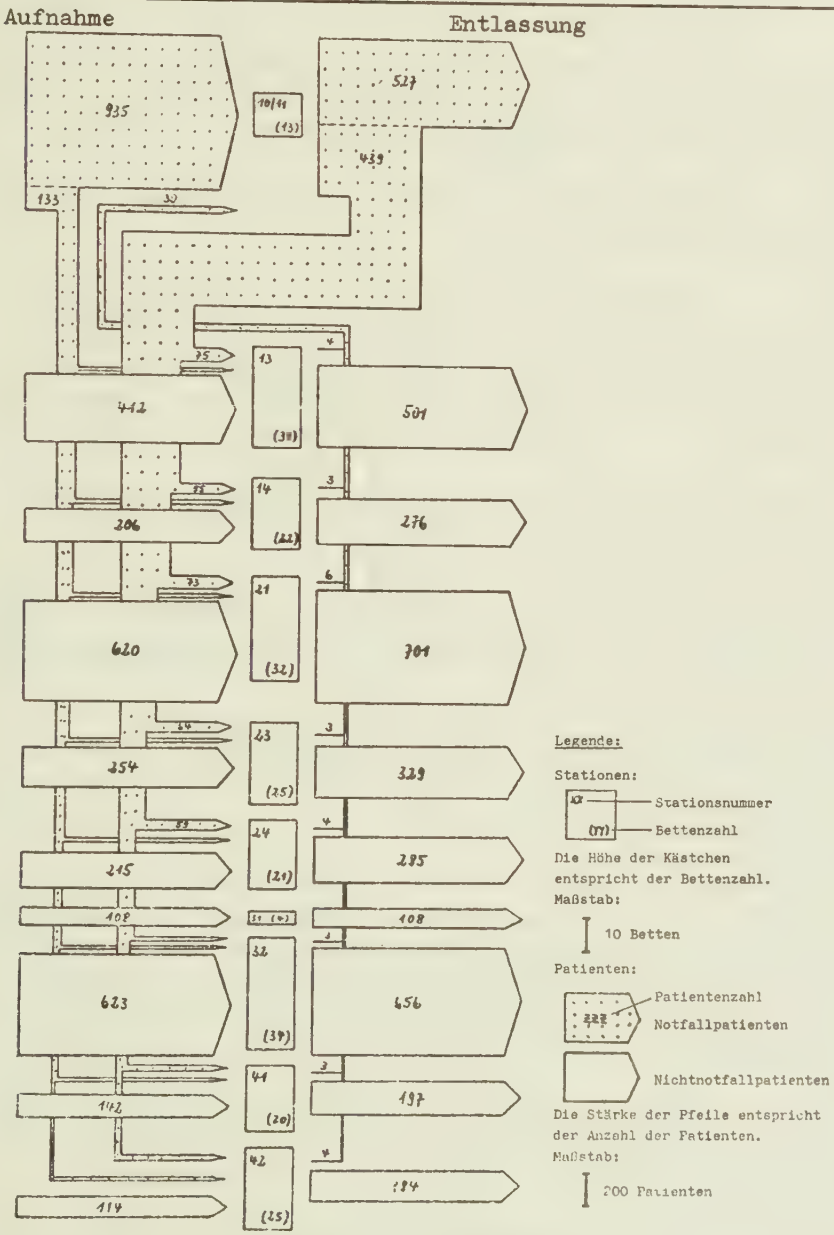
Der Fluß zwischen den Stationen besteht im wesentlichen aus Notfallpatienten, die aus den Stationen 10/11 in andere Stationen verlegt wurden; einige Patienten mußten auch von den Stationen in die Intensivstation gebracht werden. Es wurden fast keine Verlegungen zwischen den restlichen Stationen festgestellt.

Tabelle 4.4.4./1

Patientenfluß in der Medizinischen Klinik 1972

von \ nach	10/11	13	14	21	23	24	31	32	41	42	Σ
Notfälle: außerhalb	935	18	18	14	14	15	1	12	23	18	1068
10/11		75	55	73	64	59	-	14	9	17	366
13	4										4
14	3										3
21	6										6
23	3										3
24	4										4
31	1										1
32	3										3
41	3										3
42	4										4
Nichtnotfälle:		412	206	620	254	215	108	623	142	114	2694

Abb. 4.4.4./1 — Der Patientenfluß in der Medizinischen Klinik



4.4.5. Die Verweildauern der Patienten

Die Verweildauern der Patienten wurden untersucht nach:

- Verweildauern in Abhängigkeit von der Diagnose
- Verweildauern in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht
- Verweildauern in Abhängigkeit von der Station

Eine weitergehende Schichtung war nicht möglich, da die Stichprobenumfänge zu klein geworden wären.

Auffällig an den Ergebnissen war, daß bei fast allen Häufigkeiten zwei Gipfel zu erkennen waren. Dies legt den Schluß nahe, daß durch die Art der Schichtung Mischverteilungen entstanden sind. An umfangreicherem Daternmaterial müßte untersucht werden, ob eine Analyse nach Diagnose, Alter und Geschlecht bessere Ergebnisse bringt.

Bei den Verweildauerhäufigkeiten pro Station wurden nur solche Patienten erfaßt, die sich ausschließlich auf einer Station befanden.

Die höchsten durchschnittlichen Verweildauern wurden für die Station 42 (vorwiegend Lungenkranke[1]), gefolgt von Station 23 (Endokrinologie), Station 41 (Infektionsstation) und den beiden hämatologischen Stationen (14/24).

Die geringsten Verweildauern sind auf der Station 32 (Privatstation) festzustellen. Diese Tatsache läßt sich wohl daraus erklären, daß die Patienten Selbstzahler sind.

Die Untersuchung der Verweildauern der Patienten pro Altersgruppe (eine Altersgruppe umfaßt 10 Jahre) und Geschlecht ergab, daß Männer nur eine geringfügig höhere Verweildauer aufweisen. Insgesamt gesehen sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede der Verweildauern pro Altersgruppe vernachlässigbar, während zwischen den Verweildauern nach Altersgruppen deutliche Unterschiede bestehen.

Ebenso unterscheiden sich die Verweildauern bei verschiedenen Krankheiten (siehe Tabelle 4.4.5./1).

---

1) Der Wechsel der Aufgabengebiete der Stationen 12/42 wurde entsprechend berücksichtigt.

Tabelle 4.4.5./1

Ergebnisse der χ^2-Tests der Verweildauerhäufigkeiten pro Diagnosegruppe

Verweildauerhäufigkeit			Gleichverteilung		Erlangverteilung				Normalverteilung		β-Verteilung				Log. Normalverteilung			
Kennung	μ	σ	χ^2	S	k	a	χ^2	S	χ^2	S	α	β	χ^2	S	μ^*	σ^*	χ^2	S
D 54	10.3	10.9	440.7	~1.0	1	0.09	71.4	~1.0	443.8	~1.0	0.39	1.09	-	-	0.51	0.87	41.5	~1.0
D 00	6.1	7.7	1757.2	~1.0	1	0.16	141.0	~1.0	898.2	~1.0	0.37	2.03	-	-	0.21	0.87	106.5	~1.0
D 67	12.8	6.9	97.8	~1.0	3	0.08	19.6	0.92	23.1	0.97	1.78	2.93	22.2	0.94	0.99	0.42	52.1	~1.0
D 43	9.9	5.2	153.5	~1.0	4	0.10	20.5	0.96	18.9	0.87	1.76	2.68	21.4	0.91	0.90	0.35	42.8	0.99
D 65	10.4	6.0	466.0	~1.0	3	0.10	54.4	~1.0	66.0	~1.0	1.90	4.84	70.6	~1.0	0.94	0.28	68.1	~1.0
D 64	12.2	8.1	81.1	~1.0	2	0.08	14.7	0.60	21.3	0.93	1.16	2.27	22.3	0.93	0.95	0.41	23.6	0.97
D 13	14.2	9.6	90.6	~1.0	2	0.07	34.2	0.97	80.3	~1.0	1.03	1.79	61.3	~1.0	1.03	0.39	54.7	~1.0
D 68	12.9	8.5	151.5	~1.0	2	0.08	31.5	0.89	48.6	0.99	1.16	2.15	38.7	0.95	0.96	0.49	82.0	~1.0
D 90	10.6	9.5	114.4	~1.0	1	0.09	17.0	0.68	73.4	~1.0	0.67	1.71	25.0	0.93	0.76	0.65	37.4	0.99
D 50	14.9	10.0	29.1	0.95	2	0.07	19.0	0.96	20.8	0.98	1.00	1.62	11.6	0.53	0.95	0.64	44.1	~1.0
D 66	12.7	9.2	153.2	~1.0	2	0.08	49.3	0.99	92.8	~1.0	0.97	2.00	44.5	0.99	0.93	0.50	61.2	~1.0
D 63	9.8	7.8	374.0	~1.0	2	0.10	171.3	~1.0	162.1	~1.0	0.86	2.31	26.3	0.61	0.73	0.64	124.7	~1.0
alle Diagnosen	10.8	8.8	2788.4	~1.0	1	0.09	282.2	~1.0	2073.3	~1.0	0.80	2.10	313.9	~1.0	0.75	0.68	1183.3	~1.0

μ = Mittelwert } der Stichproben
σ = Standardabweichung }
S = Sicherheitswahrscheinlichkeit bei Ablehnung der Hypothese, die beobachteten Häufigkeiten gehorchen der genannten Verteilung
k, a = Parameter der Erlangverteilung (Heinz [1969])
α, β = Parameter der β-Verteilung (Hastings/Peacock [1974])
μ^*, σ^* = Parameter der log. Normalverteilung (Heinhold/Gaede [1972])

Die hier angegebenen Mittelwerte und Standardabweichungen sind gegenüber den wirklichen Werten etwas zu klein. Der Unterschied erklärt sich daraus, daß bei den Anpassungstests nur Verweildauern bis 40 Tage berücksichtigt wurden.

Die durchschnittliche Verweildauer aller Patienten beträgt 12.8 Tage. In Tabelle 4.4.5./1 sind die Ergebnisse der Anpassungstests dargestellt. Getestet wurde auf das Vorliegen dieser Verteilungen:

- Gleichverteilung,
- Erlangverteilung,
- Normalverteilung,
- Betaverteilung,
- logarithmische Normalverteilung.

Die relativ besten Ergebnisse liefert die Erlangverteilung[1]. Allerdings zeigt der χ^2-Test in vielen Fällen, daß die Hypothese, die gefundenen Häufigkeiten entsprechen einer der angeführten Verteilungen, abzulehnen ist.

Ähnliche Ergebnisse brachte der Anpassungstest von Kolmogoroff.[2].

4.4.6. Clusteranalyse der Verweildauerhäufigkeiten

Wie in Abschn. 4.4.5. gezeigt wurde, lassen sich die Verweildauerhäufigkeiten meist nur schlecht durch analytische Wahrscheinlichkeitsverteilungen annähern. Das hat zur Folge, daß in einem System zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten die Verweildauerdichten in Form von Vektoren gespeichert werden müssen.

Um den Speicheraufwand zu reduzieren, sollte mittels Clusteranalyse [3] untersucht werden, welche empirischen Verweildauerhäufigkeiten einander ähnlich sind.

Die zu klassifizierenden relativen Häufigkeiten wurden dabei als Elemente in einem d-dimensionalen Merkmalsraum aufgefaßt. Als Merkmale wurden die Verweildauern von 1 bis d Tagen definiert. Als Abstandsmaß wurde das Quadrat des euklidischen Abstandsmaßes verwendet. Durch diese Gewichtung der Abstände mit sich selbst werden die Abstände weiter auseinander liegender Elemente stärker gewichtet als die Abstände einander näher liegender Elemente.

---

1) Heinz [1969]
2) Kohlschreiber [1974, Blatt 83-85]
3) Bock [1974], Vogel [1975], Späth [1975]

Die Cluster wurden nach folgender Vorschrift gebildet: Fasse die einzelnen Elemente so zu Clustern zusammen, daß die Summe der gewichteten Abstände der Elemente zum Schwerpunkt der Cluster, zu denen sie gehören, ein Minimum wird:

$$Z = \sum_{k=1}^{c} \sum_{i \in M_k} g_i A_{ik} \longrightarrow \min!$$

mit
- c = Anzahl der Cluster,
- M_k = Menge der Elemente des Clusters k,
- g_i = Gewicht des Elementes i,
- A_{ik} = Abstand des Elementes i zum Schwerpunkt des zugehörigen Clusters k.

Der Abstand A_{ik} eines Elementes zum Schwerpunkt des Clusters k ist:

$$A_{ik} = \sum_{j=1}^{d} (x_{ij} - s_{kj})^2$$

mit
- d = Dimension des Merkmalsraumes,
- x_{ij} = Ausprägung des Merkmals j des Elementes i,
- s_{kj} = mittlere Ausprägung des Merkmals j im Cluster k (Schwerpunkt).

Das verwendete Programm zur Clusteranalyse CLAN[1] enthält einen heuristischen, partitionierenden Clusteralgorithmus[2]. Mit Hilfe eines einfachen Zuteilungsalgorithmus wird eine willkürliche Ausgangslösung geschaffen, die dann mit einem Austauschverfahren schrittweise bis zu einem (lokalen) Optimum verbessert wird. Hierbei ordnet das Programm jedes Element demjenigen Cluster zu, bei dem diese Zuordnung die Zielfunktion maximal verbessert. Ein stabiler Endzustand und ein Optimum ist dann erreicht, wenn kein Element seine Zuordnung mehr ändert.

---

1) Lades [1974], Lades/Schläger [1975]
2) Späth [1975, S. 35 ff.]

Klassifiziert wurden nur die Verweildauerhäufigkeiten, die eine Abhängigkeit der Verweildauern von den Diagnosen (Enddiagnosen, nur Topologie der Krankheit) wiedergeben. Die Beschränkung auf diese Häufigkeiten erfolgte, da das verwendete Programm relativ langsam ist und weil zunächst ungewiß war, ob brauchbare Ergebnisse erzielt werden konnten.

Von den 100 möglichen Verweildauerhäufigkeiten waren 72 nur unbedeutend besetzt (weniger als 20 Patienten pro Diagnosegruppe). Diese Häufigkeiten wurden bei der Untersuchung vernachlässigt. Die übrigen 28 Verweildauerhäufigkeiten (sie sind im folgenden mit den ersten beiden Stellen des klinischen Diagnoseschlüssels gekennzeichnet) sowie die Verweildauerhäufigkeit aller Patienten (mit ** gekennzeichnet) wurden dem Clusterprozeß unterworfen (siehe Tabelle 4.4.6./1).

In der ersten Serie wurden die Verweildauerhäufigkeiten gleich gewichtet und unter Berücksichtigung aller erfaßten Verweildauern (1-60 Tage) geclustert.

In der zweiten Serie wurden die Verweildauerhäufigkeiten gestutzt, d.h. es wurden nur Verweildauern von 1-21 Tagen berücksichtigt.

In der dritten Serie wurden die Verweildauerhäufigkeiten mit der Anzahl der Patienten der entsprechenden Diagnosegruppe gewichtet.

In der vierten Serie wurden gewichtete und gestutzte Verweildauerhäufigkeiten geclustert.
Da das Programm CLAN keine "natürliche" Clusteranzahl ermittelt, wurden innerhalb jeder Serie die gewünschte Clusteranzahl von 1-12 variiert.

Tabelle 4.4.6./1	Auswertungssystematik der Klassifizierung	
	Verweildauern von 1 - 60 Tagen	Verweildauern von 1 - 21 Tagen
Häufigkeiten ungewichtet	Serie 1	Serie 2
Häufigkeiten gewichtet	Serie 3	Serie 4

Durch den Vergleich der Ergebnisse der Serien 1 und 2 bzw. 3 und 4 sollte der Einfluß der relativ selten vorkommenden Verweildauern 22 - 60 Tage auf das Clusterergebnis untersucht werden, durch den Vergleich der Ergebnisse der Serien 1 und 3 bzw. 2 und 4 der Einfluß der Gewichtung der Verweildauerhäufigkeiten auf das Clusterergebnis. Die Variation der Clusteranzahl sollte die Ähnlichkeitsstruktur der Verweildauerhäufigkeiten aufdecken und evtl. Aufschluß über eine natürliche Clusteranzahl geben.

Die Ergebnisse der einzelnen Serien sind in den Tabellen 4.4.6./2-5 zusammengestellt.
Die Clustergrenzen sind durch dicke Linien gekennzeichnet. Dünne Linien verbinden Verweildauerhäufigkeiten, denen mehr als 100 Beobachtungen zugrunde liegen.

Ein Vergleich der Tabellen 4.4.6./2 und 4.4.6./3 zeigt, daß sich die Ergebnisse kaum unterscheiden. Die Verweildauern von 22-60 Tagen beeinflussen das Clusterergebnis nur unwesentlich. Dasselbe ist auch aus den Tabellen 4.4.6./4 und 4.4.6./5 zu ersehen.

Ein wesentlicher Unterschied besteht aber zwischen den Clustern aus den Serien 1 und 3 bzw. 2 und 4. Die unterschiedliche Gewichtung macht sich stark bemerkbar. Aus Tabelle 4.4.6./3 z.B. ist ersichtlich, daß einige Cluster gebildet werden, die nur aus unwesentlichen Verweildauerhäufigkeiten (Anzahl der Beobachtungen < 50) bestehen:

$\text{Cluster}_1 = \{46,52\}$ $\text{Cluster}_2 = \{53\}$, $\text{Cluster}_3 = \{72,04\}$,
$\text{Cluster}_4 = \{55\}$.

Diese Häufigkeiten verfälschen das Ergebnis, da sie zu stark mit zufälligen Fehlern behaftet sind.

Deshalb ist es zweckmäßig, nur mit gewichteten Häufigkeiten zu arbeiten (Tabellen 4.4.6./4 und 4.4.6./5).

Aus Tabelle 4.4.6./4 kann man erkennen, daß es sinnlos ist, mehr als 7 Cluster zu wählen, da in diesen Fällen die Clusterzugehörigkeit der Verweildauerhäufigkeiten stark wechselt.

Abb. 4.4.6./1	Verlauf der Zielfunktionswerte bei der Klassifikation

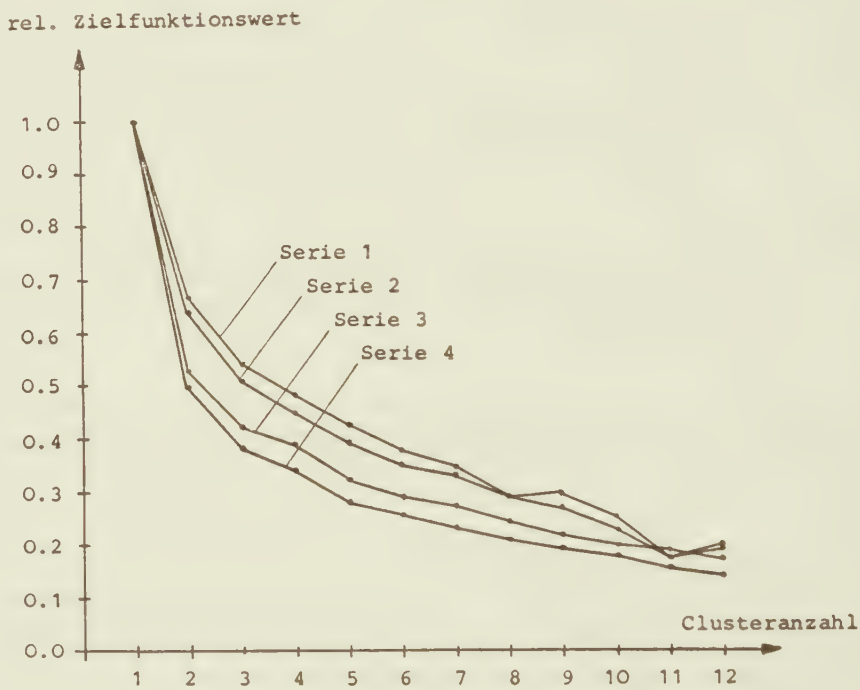


Abb. 4.4.6./1 zeigt den Verlauf der Zielfunktionswerte. Die absoluten Werte wurden, um sie vergleichbar zu machen, durch den Zielfunktionswert für genau ein Cluster dividiert. Durch diese Vorgehensweise beginnt jede der Zielfunktionswertkurven bei 1.0 und endet bei 0.0 (dies ist der Fall bei Clusteranzahl = Elementeanzahl).

In den Abb. 4.4.6./2 und 4.4.6./3 sind die wichtigsten Verweildauerhäufigkeiten in der Reihenfolge der Tabelle 4.4.6./5 dargestellt.

Leider gibt auch Abb. 4.4.6./1 keinen Hinweis auf eine möglicherweise vorhandene "natürliche" Clusteranzahl. Da das Problem der Bestimmung einer besten Klassenanzahl noch nicht gelöst ist[1], muß diese Cluster-

1) Vogel [1975, S. 230]

anzahl aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen anhand der Klassifikationsergebnisse festgelegt werden. Auch Zweckmäßigkeitsgesichtspunkte (z. B. eine zu große Klassenanzahl ist unerwünscht) können ausschlaggebend sein.

Zur Beurteilung der Qualität der Klassifikationsergebnisse soll eine "optische" Analyse der Abb. 4.4.6./2 und 4.4.6./3 dienen:
Folgende Gruppierung wäre sinnvoll:

- stark linkssteile und rechtsschiefe Häufigkeiten, die meist noch zweigipflig sind: DG 00 bis DG 90. Diese Häufigkeiten könnten tendenziell durch Exponentialverteilungen angenähert werden.
- Häufigkeiten, die entfernt einer Normalverteilung ähnlich sind, wie z. B. DG 67 bis DG 65.

Zwischen diesen beiden Gruppen ist evtl. die Festlegung einer dritten Gruppe denkbar: DG 51 bis DG 50. Die Übergänge zwischen den Klassen sind fließend; natürliche, sich stark unterscheidende Gruppen sind nicht festzustellen.

Dieses Ergebnis der "optischen" Analyse kann man andeutungsweise auch der Tabelle 4.4.6./5 entnehmen. Die aufgrund der automatischen Klassifikation manuell ermittelte Ähnlichkeitsstruktur der Häufigkeiten ist sinnvoll. Die Gruppengrenzen sind vom Programm allerdings anders festgelegt worden. Ob dies auf den heuristischen Clusteralgorithmus zurückzuführen ist, kann nicht beurteilt werden, da hierzu mehr als zwei verschiedene Programmläufe erforderlich gewesen wären. Mehrere Wiederholungen waren wegen der relativ hohen Rechenzeiten wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen. Zur Beurteilung des Ergebnisses des Clusteralgorithmus ist auch die Stabilität der Clustergrenzen heranzuziehen. So zeigt Tabelle 4.4.6./5, daß die Grenze zwischen DG 54 und DG 52 nicht sehr stabil ist, während sich die Grenze zwischen DG 50 und DG 67 relativ deutlich durch die Serie 4 verfolgen läßt. Ab einer Clusteranzahl von 7 kann man die mittels "optischer" Analyse gefundene Grenze zwischen DG 90 und der Gruppe um DG 50 feststellen.

Dieses insgesamt nicht recht befriedigende Ergebnis der Clusteranalyse wurde auch nach einer Wiederholung der Serie 4 mit anderen Steuerparametern [1] nicht besser.

---

1) siehe Lades/Schläger [1975]

Tabelle 4.4.6./2

Klassifikationsergebnisse der Serie 1 (Häufigkeiten gleich gewichtet, d = 60)

Diagnosegruppen	Gewicht d. Diagn.gr.	Clusteranzahl 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ösophagus	100	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Pleura	100	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Kreislauforgane als Ganzes	100	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Gesamtorganismus, Psyche	100	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
Gesamtorganismus, Psyche	100	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
Gesamtorganismus, Psyche	100	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Gehirn	100	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Herz als Ganzes	100	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Koronarterie	100	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Nierenbecken und Ureter	100	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Haut und Anhangsgebilde	100	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04
alle Diagnosen	100	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Gesamtorganismus, Psyche	100	02	02	02	02	63	02	02	02	02	02	02	02
Magen und Duodenum	100	63	63	63	63	90	63	63	63	63	63	63	63
Arme	100	90	90	90	90	51	90	90	90	90	90	90	90
Lunge	100	51	51	51	11	11	51	51	51	51	51	51	51
Blutgefäße als Ganzes	100	11	11	11	50	50	11	11	11	11	11	11	11
Bronchen	100	50	50	50	71	71	50	50	50	50	50	50	50
Niere	100	71	71	71	13	02	71	71	71	71	71	71	71
Blut, Blutbildende Organe	100	13	13	13	66	13	13	13	13	13	13	13	13
Leber	100	66	66	66	68	66	66	66	66	66	66	66	66
Pankreas	100	68	68	68	67	68	68	68	68	68	68	68	68
Gallenblase, Gallenwege	100	67	67	67	43	67	67	67	67	67	67	67	67
Schilddrüse	100	43	43	43	64	43	43	43	43	43	43	43	43
Darm	100	64	64	64	65	64	64	64	64	64	64	64	64
Appendix und Kolon	100	65	65	65	61	65	65	65	65	65	65	65	65
Baucheingeweide als Ganzes	100	61	61	61	75	61	61	61	61	61	61	61	61
Rektum	100	75	75	75	51	75	75	75	75	75	75	75	75
Endokard	100	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Zielfunktionswert (absolut)		0.831	0.555	0.456	0.406	0.352	0.317	0.290	0.242	0.252	0.217	0.149	0.171
Abnahme d.Zielfunktionswertes			0.276	0.099	0.050	0.054	0.035	0.027	0.048	-0.010	0.035	0.068	-0.022
Zielfunktionswert (relativ)		100.0	66.8	54.9	48.9	42.4	38.1	34.9	29.1	30.3	26.1	17.9	20.6
Abnahme d.Zielfunktionswertes			33.2	11.9	6.0	6.5	4.3	3.2	5.8	-1.2	4.2	8.2	-2.7

Tabelle 4.4.6./3

Klassifikationsergebnisse der Serie 2 (Häufigkeiten gleich gewichtet, d = 21)

Diagnosegruppe	Gewicht d. Diagn.gr.	Clusteranzahl 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ösophagus	100	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Pleura	100	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Kreislauforgane als Ganzes	100	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Gesamtorganismus, Psyche	100	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
Gesamtorganismus, Psyche	100	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
Gesamtorganismus, Psyche	100	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Gehirn	100	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Herz als Ganzes	100	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Koronararterie	100	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Nierenbecken und Ureter	100	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Haut und Anhangsgebilde	100	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04
Lunge	100	51	51	51	51	**	**	**	**	**	**	**	**
Endokard	100	55	55	55	55	02	02	02	02	02	02	02	02
alle Diagnosen	100	**	**	**	**	63	63	63	63	63	63	63	63
Gesamtorganismus, Psyche	100	02	02	02	02	90	90	90	90	90	90	90	90
Magen und Duodenum	100	63	63	63	63	51	51	51	51	51	51	51	51
Arme	100	90	90	90	90	11	11	11	11	11	11	11	11
Blutgefäße als Ganzes	100	11	11	11	11	50	50	50	50	50	50	50	50
Bronchen	100	50	50	50	50	71	71	71	71	71	71	71	71
Niere	100	71	71	71	71	55	66	66	66	66	66	66	66
Leber	100	66	66	66	66	66	13	13	13	13	13	13	13
Blut, Blutbildende Organe	100	13	13	13	13	13	68	68	68	68	68	68	68
Pankreas	100	68	68	68	68	68	43	43	67	67	67	67	67
Schilddrüse	100	43	43	43	43	43	64	64	43	43	43	43	43
Darm	100	64	64	64	64	64	65	65	64	64	64	64	64
Appendix und Kolon	100	65	65	65	65	65	61	61	65	65	65	65	65
Baucheingeweide als Ganzes	100	61	61	61	61	61	75	75	61	61	61	61	61
Rektum	100	75	75	75	75	75	67	67	75	75	75	75	75
Gallenblase, Gallenwege	100	67	67	67	67	67	55	55	55	55	55	55	55
Zielfunktionswert (absolut)		0.747	0.476	0.384	0.337	0.296	0.263	0.250	0.217	0.204	0.170	0.144	0.149
Abnahme d.Zielfunktionsw.			0.271	0.092	0.047	0.041	0.033	0.013	0.033	0.013	0.034	0.026	-0.005
Zielfunktionswert (relativ)		100.0	63.7	51.4	45.1	39.6	35.2	33.5	29.1	27.3	22.8	19.3	19.9
Abnahme d.Zielfunktionsw.			36.3	12.3	6.3	5.5	4.4	1.7	4.4	1.8	4.5	3.5	-0.6

Tabelle 4.4.6./4

Klassifikationsergebnisse der Serie 3 (Häufigkeiten mit Anzahl der Patienten gewichtet, d = 60)

Clusteranzahl

Diagnosegruppe	Gewicht d. Diagn.gr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gesamtorganismus, Psyche	403	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Kreislauforgane als Ganzes	22	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Gesamtorganismus, Psyche	24	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
Gehirn	79	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Koronararterie	72	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Gesamtorganismus, Psyche	73	01	01	01	01	01	54	54	01	01	01	01	01
Herz als Ganzes	238	54	54	54	54	54	72	72	54	54	54	54	54
Pleura	22	52	52	52	52	52	52	52	72	72	72	72	72
Nierenbecken und Ureter	23	72	72	72	72	72	46	46	52	52	52	52	52
Ösophagus	39	46	46	46	46	46	**	**	46	46	46	46	46
alle Diagnosen	999	**	**	**	**	**	63	63	**	**	**	**	**
Magen und Duodenum	428	63	63	63	63	63	90	90	63	63	63	63	90
Arme	147	90	90	90	90	90	04	04	90	90	90	02	04
Haut und Anhangsgebilde	22	04	04	04	04	04	02	01	04	04	04	90	53
Gesamtorganismus, Psyche	64	02	02	02	02	02	01	51	51	02	51	04	61
Lunge	86	51	51	51	51	51	51	55	55	51	55	61	51
Endokard	22	55	55	55	55	55	55	11	11	55	11	51	55
Blutgefäße als Ganzes	82	11	11	11	11	11	11	50	50	11	50	55	11
Bronchen	112	50	50	50	50	50	50	71	71	50	71	11	50
Niere	88	71	71	71	71	71	71	02	61	67	61	50	02
Baucheingeweide als Ganzes	38	61	61	61	61	61	61	61	66	43	66	71	71
Leber	262	66	66	66	66	66	66	66	67	13	67	13	68
Pankreas	277	68	68	68	68	68	68	68	13	75	13	68	64
Gallenblase, Gallenwege	105	67	67	67	67	67	67	67	02	71	02	64	13
Blut, Blutbildende Organe	212	13	13	13	13	13	13	13	68	61	68	66	65
Darm	115	64	64	64	64	64	64	64	64	66	64	67	67
Schilddrüse	131	43	43	43	43	43	43	43	43	68	43	43	43
Rektum	44	75	75	75	75	75	75	75	75	64	75	75	75
Appendix und Kolon	292	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Zielfunktionswert (absolut)		0.763	0.405	0.323	0.298	0.248	0.226	0.212	0.190	0.177	0.156	0.148	0.137
Abnahme d.Zielfunktionswertes			0.358	0.082	0.025	0.050	0.022	0.014	0.022	0.013	0.021	0.008	0.011
Zielfunktionswert (relativ)		100.0	53.1	42.3	39.1	32.5	29.6	27.8	24.9	23.2	20.4	19.4	18.0
Abnahme d.Zielfunktionswertes			46.9	10.8	3.2	6.6	2.9	1.8	2.9	1.7	2.8	1.0	1.4

Tabelle 4.4.6./5

Klassifikationsergebnisse der Serie 4 (Häufigkeiten mit Anzahl der Patienten gewichtet, d = 21)

Diagnosegruppen	Gewicht d. Diagn.gr.	Clusteranzahl 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gesamtorganismus, Psyche	403	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Kreislauforgane als Ganzes	22	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Gesamtorganismus, Psyche	24	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
Gehirn	79	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Koronararterie	72	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Gesamtorganismus, Psyche	73	01	01	01	01	01	54	54	01	01	01	01	01
Herz als Ganzes	238	54	54	54	54	54	72	72	54	54	54	54	54
Pleura	22	52	52	52	52	52	52	52	72	72	72	72	72
Nierenbecken und Ureter	23	72	72	72	72	72	46	46	52	52	52	52	52
Ösophagus	39	46	46	46	46	46	02	02	46	46	46	46	46
Gesamtorganismus, Psyche	64	02	02	02	02	02	**	**	**	**	**	**	**
alle Diagnosen	999	**	**	**	**	**	04	04	04	04	04	04	04
Haut und Anhangsgebilde	22	04	04	04	04	04	63	63	63	63	63	63	63
Magen und Duodenum	428	63	63	63	63	63	90	90	90	90	90	90	90
Arme	147	90	90	90	90	90	11	01	51	51	51	51	51
Lunge	86	51	51	51	51	51	50	51	55	55	55	55	55
Endokard	22	55	55	55	55	55	01	55	11	11	11	11	11
Blutgefäße als Ganzes	82	11	11	11	11	11	51	11	50	50	50	50	50
Bronchen	112	50	50	50	50	50	55	50	67	67	67	67	67
Gallenblase, Gallenwege	105	67	67	67	67	67	67	67	66	66	66	66	66
Leber	262	66	66	66	66	66	66	66	61	02	61	61	61
Baucheingeweide als Ganzes	38	61	61	61	61	61	61	61	02	71	02	02	02
Niere	88	71	71	71	71	71	71	71	71	68	71	71	71
Pankreas	277	68	68	68	68	68	68	68	68	64	68	68	68
Blut, Blutbildende Organe	212	13	13	13	13	13	13	13	13	43	64	64	64
Darm	115	64	64	64	64	64	64	64	64	61	43	43	13
Schilddrüse	131	43	43	43	43	43	43	43	43	13	13	13	43
Rektum	44	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Appendix und Kolon	292	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Zielfunktionswert (absolut)		0.711	0.355	0.274	0.244	0.205	0.186	0.170	0.154	0.143	0.133	0.115	0.104
Abnahme d.Zielfunktionswertes		0.356	0.081	0.030	0.039	0.019	0.016	0.016	0.011	0.010	0.018	0.011	
Zielfunktionswert (relativ)		100.0	49.9	38.5	34.3	28.8	26.2	23.9	21.7	20.1	18.7	16.2	14.6
Abnahme d.Zielfunktionswertes		50.1	11.4	4.2	5.5	2.6	2.3	2.2	1.6	1.4	2.5	1.6	

Abb. 4.4.6./2 | Reihenfolge der Verweildauerhäufigkeiten gemäß Serie 4 der Klassifikation (1)

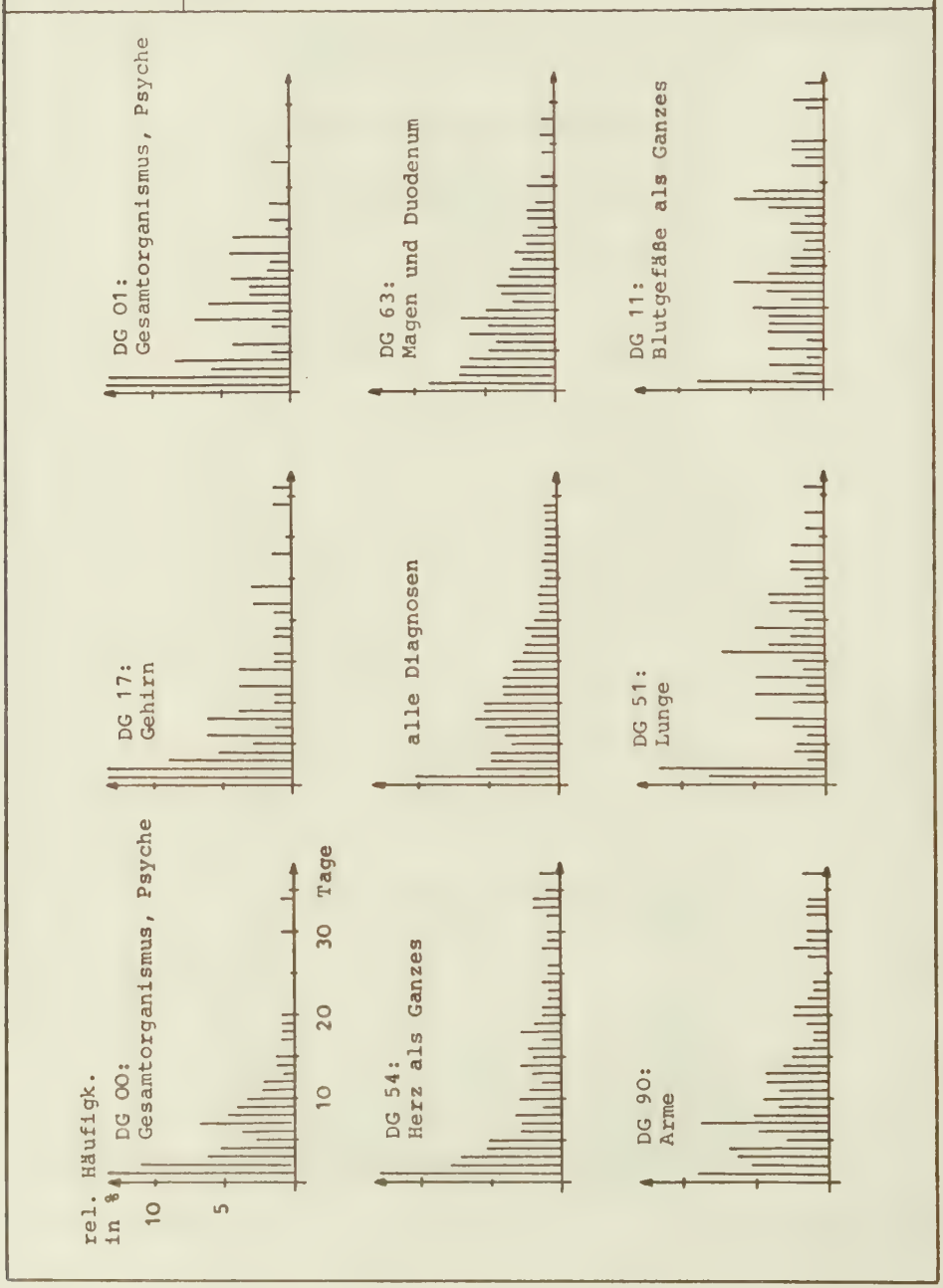
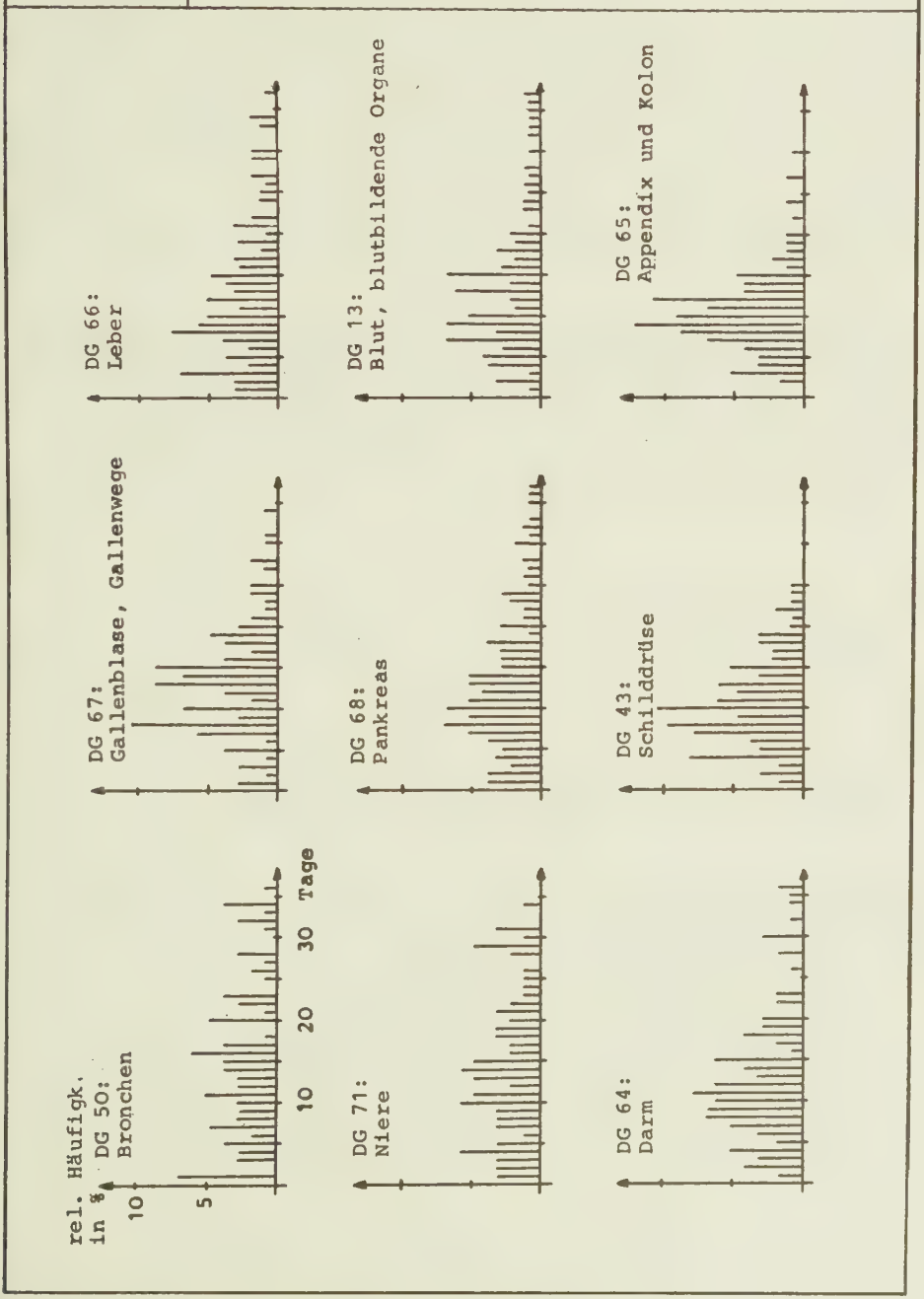


Abb. 4.4.6./3 | Reihenfolge der Verweildauerhäufigkeiten gemäß Serie 4 der Klassifikation (2)



Da das Resultat der automatischen Klassifikation stark vom verwendeten Abstandsmaß und vom Clusteralgorithmus abhängt, darf nach den wenigen Programmläufen keine sichere Aussage über die Qualität der Ergebnisse gemacht werden. Um die Sicherheit des Urteils zu erhöhen, müßte die Anzahl der Programmläufe vergrößert werden. Jeder Klassifikationslauf wäre dann als Ziehen einer Stichprobe aufzufassen; die Anzahl der Stichproben für eine bestimmte Vertrauenswahrscheinlichkeit müßte mit Hilfe der Stichprobentheorie bestimmt werden. Ob eine automatische Klassifikation auf heuristischer Grundlage vom Aufwand her dann noch vertretbar ist, muß am konkreten Beispiel entschieden werden. Im hier geschilderten Fall war eine weitergehende Analyse nicht zu vertreten.

Das im hier untersuchten Fall negative Ergebnis führt dazu, daß alle 28 bzw. 29 Verweildauerhäufigkeiten weiterverwendet werden müssen. Sollte in einem anderen Fall das Resultat günstiger ausfallen, so können die Schwerpunkte der Cluster als mittlere Verteilungen zu den Berechnungen benutzt werden.

4.5. Die Planung der Aufnahme stationärer Patienten in der Medizinischen Klinik

Die Aufnahmeplanung verläuft bisher dezentral in den Stationen.

Ankommende Anfragen gelangen entweder zum Ambulanzarzt, der gleichzeitig auch Aufnahmeplanung durchführt, oder direkt zu den Stationen.

Der Ambulanzarzt dient als erstes (medizinisches) Filter beim Planungsprozeß. Wird von ihm eine Aufnahme als zweckmäßig erachtet, so wendet er sich an die für die Aufnahme in Frage kommende Station. Dort wird die geschätzte Wartezeit erfragt, und der Patient wird vorgemerkt, falls ihm die Zeit nicht zu lange ist.

Über den genauen Aufnahmetermin wird der Patient relativ kurzfristig vor diesem Termin unterrichtet. Das Bereitstellen von Notfallkapazität auf den Stationen erfolgt auf Grund von Erfahrungswerten.

5. Das Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten

5.1. Zielsetzung

Dem Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten in einem Krankenhaus, das anschließend dargestellt wird, liegt folgendes System von Ober- und Unterzielen[1] zugrunde:
Für Notfallpatienten muß stets ausreichend Kapazität zur Verfügung stehen. Dieses Ziel hat absoluten Vorrang vor allen übrigen Zielen. Ausreichende Kapazität bedeutet, daß jeder ankommende Notfallpatient mit einer vorzugebenden Wahrscheinlichkeit freie Kapazität vorfindet. Die Wahrscheinlichkeit ist vom Entscheidungsträger festzulegen.

Geht man von einer gegebenen Gesamtkapazität des Krankenhauses aus, so ist die verbleibende Restkapazität so durch Nichtnotfallpatienten zu belegen, daß diese Kapazität möglichst gleichmäßig und zu einem bestimmten Grad ausgelastet wird.

Ist die Gesamtkapazität noch variierbar, so soll die Kapazität für Nichtnotfallpatienten so festgelegt werden, daß die Wartezeit ein gewisses Maß nicht übersteigt.

Die Belegung der Nichtnotfallkapazität wird über eine Terminplanung gesteuert. Bei der Terminplanung sind Patientenwünsche soweit wie möglich zu berücksichtigen. Wochenenden, Feiertage und Urlaubszeiten sind zu beachten.

Durch Einführung von Dringlichkeitsstufen für Nichtnotfallpatienten muß die Einteilung der Patienten in Notfälle und Nichtnotfälle verfeinert werden. Eine höhere Priorität muß eine kürzere Wartezeit bewirken.

Der Planungshorizont des Modells muß größer als ein Tag sein.

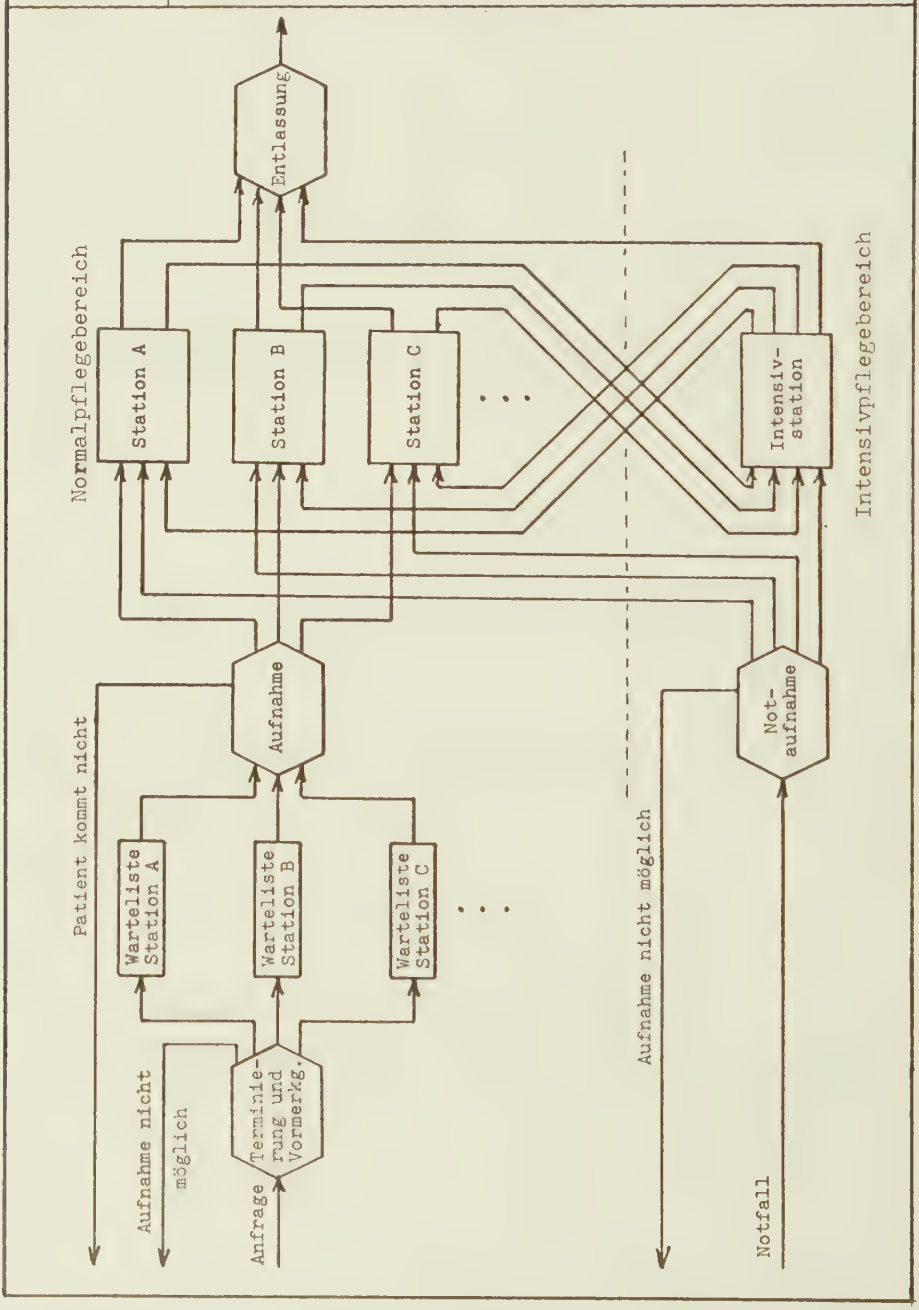
5.2. Übersicht über das Gesamtmodell

Das Modell, das zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten vorgeschlagen wird, läßt sich am besten am Modell des Patientenflusses darstellen (Abb. 5.2./1).

---

1) Vgl. dazu auch Abschn. 2.

Abb. 5.2./1 Modell des Patientenflusses



Entsprechend der Zielsetzung gemäß Abschn. 5.1. genießt die Aufnahme von Notfallpatienten Vorrang. Notfälle von außerhalb der Klinik kommen entweder in den Intensivpflegebereich, sofern dies medizinisch erforderlich ist, oder direkt auf geeignete Fachstationen. Ist eine Aufnahme aus Kapazitätsgründen nicht möglich, so müssen Patienten abgewiesen werden.

Patienten, die der Intensivpflege nicht mehr bedürfen, werden entweder in andere Stationen verlegt oder aus der Klinik entlassen.

Der Patientenfluß aus dem Normalpflegebereich in den Intensivpflegebereich wird vernachlässigt, da die Anzahl der betroffenen Patienten unbedeutend klein ist[1].

Sucht ein Nichtnotfallpatient um Aufnahme nach und kann er nicht sofort aufgenommen werden, so wird die Anfrage in die Warteschlange der entsprechenden Station des Normalpflegebereichs eingereiht, sofern der Patient seinen Aufnahmewunsch nicht zurückzieht.

Zum Aufnahmezeitpunkt kommt der Patient und wird der Planung entsprechend in eine Station eingewiesen. Die Anfragen nicht erschienener Patienten werden nach einiger Zeit aus der Warteschlange entfernt.

Verlegungen innerhalb des Normalpflegebereiches sind überwiegend Verlegungen in die Privatstation; die absolute Anzahl solcher Verlegungen ist jedoch so gering, daß sie vernachlässigt werden können.

Alle Patienten verlassen schließlich wieder das Krankenhaus.

Der Zielsetzung entsprechend umfaßt die Planung der Aufnahme stationärer Patienten die längerfristige Kapazitätsplanung für Notfall- und Nichtnotfallpatienten sowie die kurzfristige Terminplanung für Nichtnotfallpatienten aufgrund der festgelegten Kapazität sowie alle damit zusammenhängenden Probleme.

Da Notfälle absoluten Vorrang genießen, ist in einem ersten Teilmodell zu bestimmen, welche Kapazität für sie zu reservieren ist. Daran schließt sich die Ermittlung der Kapazität für Nichtnotfallpatienten an. In diese Kapazität sind mit Hilfe eines zweiten Teilmodells die Nichtnotfallpatienten zeitlich einzuplanen.

---

1) siehe Abschn. 4.4.2.

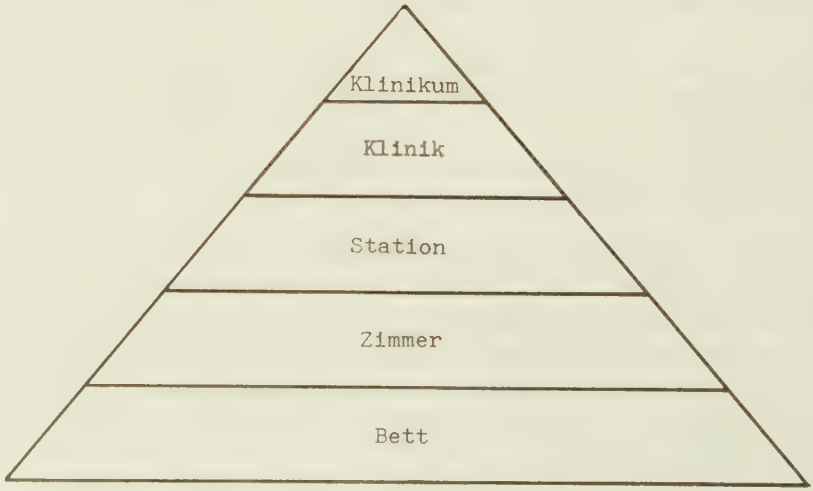
Ausgehend von der Zielsetzung der Aufnahmeplanung werden zunächst die Probleme der Planungsebene und des Planungshorizontes erörtert. Die Beschreibung der Variablen des Modells schließt sich an. Darauf folgt die Festlegung des Kapazitätsmaßes, die Einteilung der Kapazitäten und die Klassifikation der Patienten.

Danach wird dargestellt, wie - ausgehend von Ankunftsraten und Verweildauern der Notfallpatienten - die Notfallkapazität berechnet werden kann. Es schließt sich an die Bestimmung der Kapazität für Nichtnotfälle. Darauf folgt die Beschreibung des Terminierungsalgorithmus, mit dem die Terminvorschläge für die einzelnen Nichtnotfallpatienten ermittelt werden. Überlegungen zum Verhalten bei Änderung von Modellparametern und bei Planungsfehlern beschließen die Modellbeschreibung.

5.3. Die Planungsebene

Nachdem die Ziele der Planung der Aufnahme stationärer Patienten festgelegt worden sind, ist zu entscheiden, auf welcher Organisationsebene die Planung durchzuführen ist. In Abb. 5.3./1 sind die möglichen Planungsebenen dargestellt.

Abb. 5.3./1	Mögliche Planungsebenen



Auf welcher Ebene[1] geplant wird, hängt vom Strukturiertheitsgrad und von der Fristigkeit des Entscheidungsproblems ab. Das relativ hoch strukturierte Problem, zu welchem Termin ein zeitlich einplanbarer Patient mit einer gegebenen Einweisungsdiagnose einzubestellen ist, wird auf einer tieferen Planungsebene entschieden werden müssen als das längerfristige Problem, welche Kapazitäten bereitzustellen sind und wie die Kapazität aufzuteilen ist.

Die Kapazitätsbereitstellungsplanung wird zweckmäßigerweise auf der Ebene der Klinik bzw. der Station durchgeführt. Da eine Klinik innerhalb eines Klinikums ein spezielles Aufgabengebiet hat, ist es aus medizinischen und meist auch aus räumlichen Gründen nicht sinnvoll, die Planungsebene höher anzusetzen. Die Kapazitätsplanung auf der Ebene der Stationen kann dann erforderlich sein, wenn die Stationen ihrerseits besondere Aufgabenbereiche haben wie z. B. die Versorgung Patienten unterschiedlichen Geschlechts (Männer- bzw. Frauenstationen). Die Kapazitätsplanung auf unteren Ebenen ist nicht mehr zu empfehlen, da einerseits der Planungsaufwand steigt, ohne daß das Planungsergebnis besser wird; andererseits ist bei einer stochastischen Planung ein Risikoausgleich nicht mehr möglich, da die statistischen Massen zu klein werden. Entsprechendes gilt für die Terminplanung. Würde man sie auf der untersten Ebene (Betten) durchführen, so könnten in einem entsprechend disaggregierten Modell keine brauchbaren Wahrscheinlichkeitsaussagen mehr gemacht werden, da die Unsicherheiten zu groß würden.

5.4. Der Planungshorizont

Die Wahl des Planungshorizontes für die Aufnahmeplanung hängt ab von der Art des jeweiligen Planungsproblems.

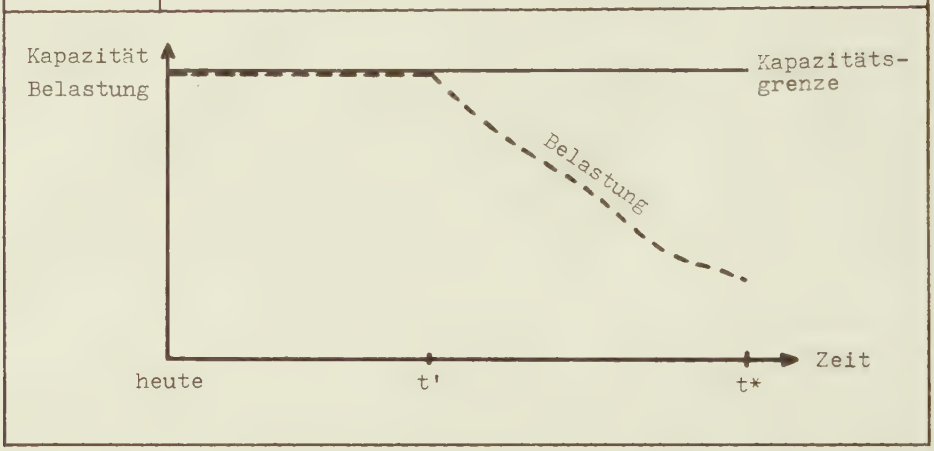
Der Planungshorizont für die Kapazitätsplanung braucht explizit nicht festgelegt zu werden, da die Kapazitätsplanung nach Bedarf vorgenommen wird; eine erneute Planung erfolgt dann, wenn sich die Eingabedaten signifikant ändern.

---

1) Höhere Planungsebenen als in Abb. 5.3./1 wurden aufgrund der Themenstellung außer acht gelassen. Hinweise auf eine regionale Planung finden sich z. B. bei Milsum/Turban/Vertinsky [1973].

Maßgebend für die Wahl des Planungshorizontes bei der Terminplanung ist die Auslastung der Kapazitäten. Ist eine Auslastung

Abb. 5.4./1	Die Wahl des Planungshorizontes



der Kapazität gemäß Abb. 5.4./1 gegeben, so ist der Zeitpunkt t' als Untergrenze des Planungshorizontes anzusehen. t' entspricht der mittleren Wartezeit der Patienten. Die Wahl von t' als Planungshorizont t* ergibt allerdings noch keinen Planungsspielraum. Man muß also $t^* > t'$ festlegen. Je flacher die Belastungskurve verläuft, je länger also die Verweildauern der Patienten sind, desto größer sollte t* gewählt werden. Eine Vergrößerung von t* bedeutet allerdings auch einen erhöhten Planungsaufwand (Speicherplatz, Rechenzeit). Die Wahl des Planungshorizontes läuft also auf eine Abwägung von Planungsaufwand und Planungsspielraum hinaus. Als Faustregel kann z.B. gelten:

$$t^* = t' + \bar{t}$$

wobei $\bar{t}$ die mittlere Verweildauer der Patienten ist.
Der Planungshorizont kann für verscheidene Planungsebenen und innerhalb der Ebenen unterschiedlich festgelegt werden.

5.5. Die Modellparameter

Das Planungsmodell enthält außer Umweltdaten Variable, die vom Entscheidungsträger vorzugeben sind (unabhängige Variable) und Variable, die Ergebnisse des Modells darstellen (Entscheidungsvariable).

5.5.1. Die Umweltdaten

Die wesentlichsten Umweltdaten, die im Modell verwendet werden, sind Patientendaten, wie Geschlecht, Alter, Krankheit, Dringlichkeit der Aufnahme, gewünschtes Aufnahmedatum; Ankunftsverteilungen für Anfragen und Notfälle; Verweildauerverteilungen, soweit sie medizinisch bedingt sind; gegebenenfalls Daten über vorhandene Kapazitäten.

5.5.2. Die unabhängigen Variablen

Die wichtigsten unabhängigen Variablen sind die maximale Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein ankommender Notfallpatient keine freie Kapazität mehr vorfindet; die Gesamtkapazität des Krankenhauses oder die maximal zulässige mittlere Wartezeit der Nichtnotfallpatienten; der gewünschte Auslastungsgrad oder die maximal zulässige Überlastungswahrscheinlichkeit der Nichtnotfallkapazität.

5.5.3. Die Entscheidungsvariablen

Aus dem festgelegten Zielsystem ergeben sich folgende Entscheidungsvariablen:

- die für Notfälle zu reservierende Kapazität,
- die für Nichtnotfälle bereitzuhaltende Kapazität (falls nicht durch die Gesamtkapazität fest vorgegeben),
- die Aufnahmetermine für Nichtnotfallpatienten.

5.6. Das Kapazitätsmaß und die Einteilung der Kapazitäten

Als Maß für die Kapazität eines Krankenhauses wird im folgenden Modell die Anzahl der Betten verwendet[1].

---

1) Zur Begründung dieser Wahl siehe Abschn. 2.1.3. vgl. auch Eichhorn [1974, S.173 ff.]

Die Benutzung anderer[1] und verschiedener Kapazitätsmaße ist jedoch möglich, ohne die Brauchbarkeit des Modells einzuschränken.

Die Bettenkapazität eines Krankenhauses kann aber aus verschiedenen Gründen nicht als eine Einheit betrachtet werden. Die Einteilung der Bettenkapazität in Organisationseinheiten 'Stationen' erfolgt im allgemeinen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten. Die wichtigsten sind:

- Intensität der Behandlung
- Liquidationsrecht
- Krankheiten
- Geschlecht der Patienten

Nach diesen Kriterien ist z.B. die Medizinische Klinik in Erlangen gegliedert in:

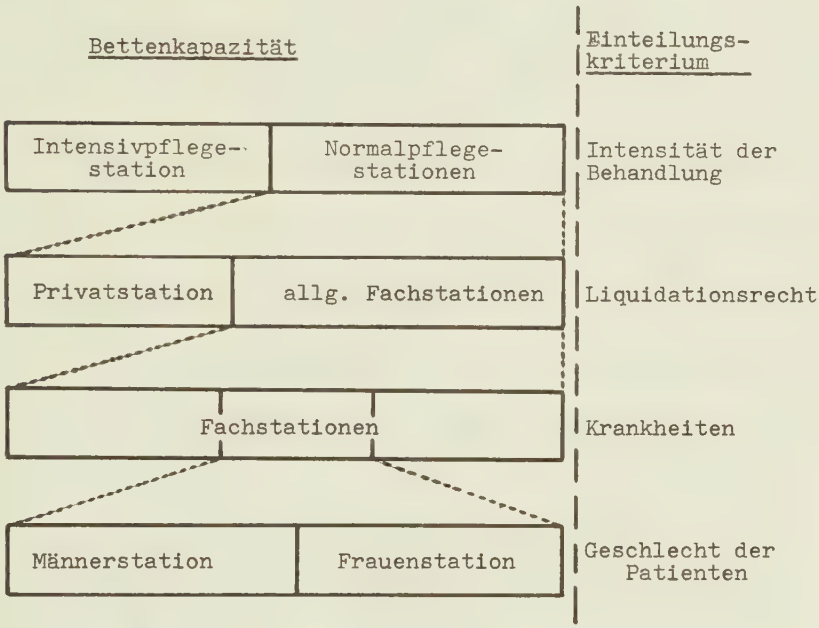
- Intensivpflegestation
- Privatstation
- Fachstationen
  - = Infektionskrankheiten
  - = Hämatologie
  - = Gastroenterologie
  - = Endokrinologie
  - usw.

Da die meisten Stationen aus Mehrbettzimmern bestehen, sind diese Stationen nochmals nach dem Geschlecht der Patienten unterteilt.

---

1) Oft wird das verfügbare Pflegepersonal als Kapazitätsmaß verwendet. Vgl. z. B. Davis/Robinson [1964], Briggs [1971], Offensend [1972], Breu/Burdet [1974].

Abb. 5.6./1 Einteilung der Bettenkapazität nach verschiedenen Kriterien



Bei den einzelnen Stationen haben die verschiedenen Einteilungskriterien unterschiedliches Gewicht. In Abb. 5.6./2 sind die wichtigsten Gesichtspunkte aufgeführt.

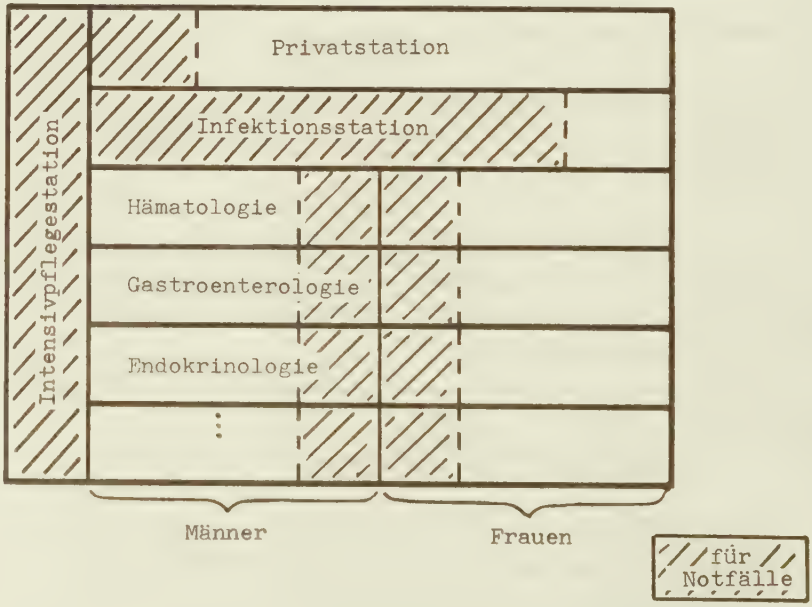
Abb. 5.6./2 Stationen und ihre Organisationskriterien

Station	Kriterien
Intensivstation	Intensität der Behandlung Dringlichkeit der Behandlung
Privatstation	Liquidationsrecht
Fachstationen	Krankheiten, Geschlecht der Patienten

Die verschiedene Gewichtung der Kriterien in den einzelnen Stationen ergibt sich aus den abweichenden Zielsetzungen bei der Einrichtung der Stationen.
Medizinische, organisatorische, wirtschaftliche und sonstige Gründe spielen hier eine Rolle. Diese herkömmliche Gliederung der Bettenkapazität berücksichtigt nur zum Teil ein weiteres, für die Aufnahmeplanung wichtiges Kriterium: die Dringlichkeit der Behandlung.
Die Einteilung der Kapazität - zumindest in Notfall- und Nichtnotfallkapazität - ist aufgrund der Zielfunktion geboten, da die so unterschiedenen Kapazitäten nach anderen Maßstäben bewertet werden. Auch die Verwendung anderer Planungsmethoden bietet sich an.

Für eine Medizinische Klinik ergibt sich daraus folgende Einteilung der Bettenkapazität (Abb. 5.6./3).

Abb. 5.6./3 Einteilung der Bettenkapazität



5.7. Die Klassifizierung der Patienten

Der Einteilung der Kapazitäten eines Krankenhauses entsprechend müssen für die Aufnahmeplanung auch die Patienten klassifiziert werden.

Das wichtigste Merkmal für die Einteilung der Patienten ist die Dringlichkeit der Aufnahme. Ist aus medizinischen Gründen eine Aufnahme ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung erforderlich, so wird dieser Patient als Notfallpatient bezeichnet.

Bei den Notfällen ist zu unterscheiden, ob Intensivpflege benötigt wird oder nicht.

Außerdem ist ein Unterschied zu machen zwischen eingeplanten und nicht eingeplanten Notfällen. Eingeplante Notfallpatienten sind Notfallpatienten, für die im Rahmen der Aufnahmeplanung Kapazität reserviert wurde. Nicht eingeplant sind solche Notfälle, die aufgrund von Katastrophen auftreten. Die Planung dieses Notfallbedarfs wäre schwierig, weil er selten, aber dann meist in größerem Umfang auftritt. Solcher Bedarf läßt sich nur durch intensitätsmäßige oder quantitative Anpassung decken.

Da die Anzahl der Nichtnotfallpatienten im Verhältnis zur Gesamtzahl der Patienten groß ist[1)], scheint es zweckmäßig, diesen Patienten verschiedene Dringlichkeitsstufen zuzuordnen, die z.B. von der maximal zulässigen Wartezeit abhängen können.

Ein ebenfalls wichtiges Klassifizierungsmerkmal ist der Grund der gewünschten Aufnahme, also die Krankheit des Patienten oder spezielle andere Gründe, wie z.B. die Erstellung eines Gutachtens. Aus dem Aufnahmegrund kann häufig auf die Verweildauer des Patienten geschlossen werden.

Weitere für die Planung wichtige Unterscheidungsmerkmale sind das Geschlecht und das Alter der Patienten; sie geben Aufschluß über die Art und die Dauer der Belastung der notwendigen Kapazitäten.

---

1) Im Fall der Medizinischen Klinik Erlangen ca. 75%.

5.8. Die Kapazitätsplanung

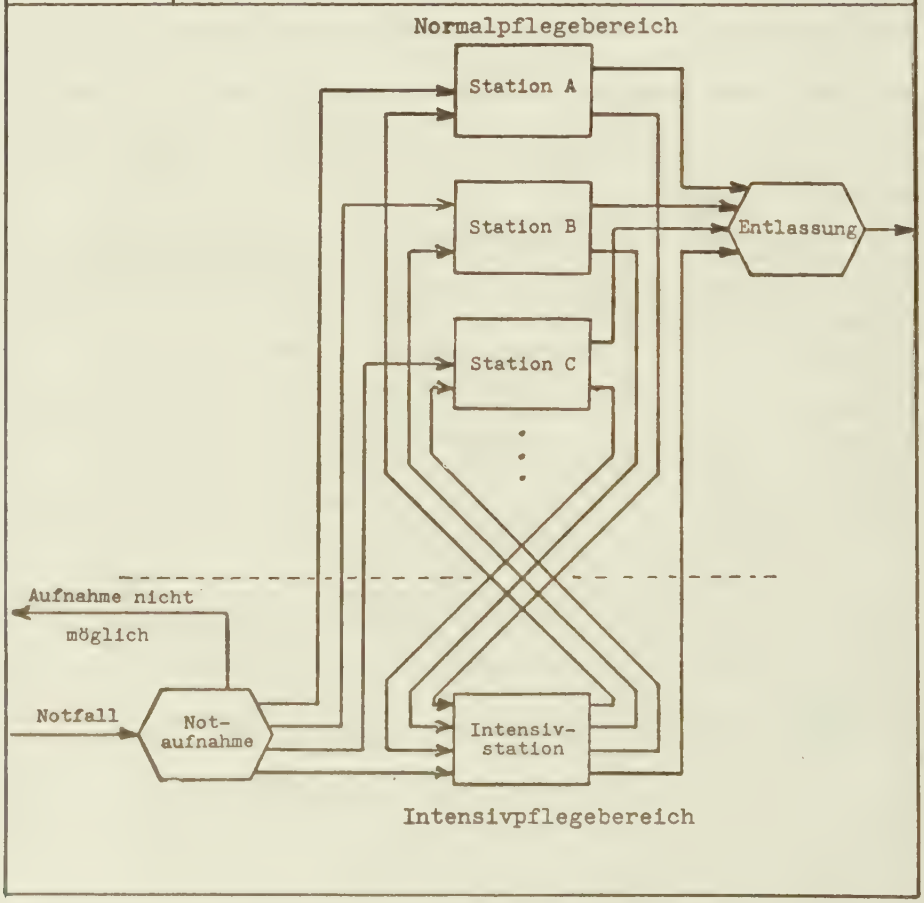
Das Problem der längerfristigen Kapazitätsplanung zerfällt in zwei Teilprobleme:

- Kapazitätsplanung für Notfälle
- Kapazitätsplanung für Nichtnotfälle.

5.8.1. Die Bestimmung der Kapazitäten für Notfallpatienten

Betrachtet man das Modell des Patientenflusses in Abschn. 5.2., so ergibt sich für den Fluß der Notfallpatienten folgendes Bild (Abb. 5.8.1./1):

Abb. 5.8.1./1 Fluß der Notfallpatienten



In diesem Modell fällt die Sonderstellung der Intensivpflegestation gegenüber den Stationen des Normalpflegebereichs auf:

Die Zugänge erfolgen fast ausschließlich von außerhalb der Klinik; Patienten, die entlassen werden, verlassen entweder die Klinik oder werden in eine andere Station verlegt.

Anders als in der Intensivpflegestation erfolgen die Zugänge zu den anderen Stationen entweder direkt von außerhalb oder die Patienten werden aus der Intensivstation kommend aufgenommen.

Jede der Stationen des Krankenhauses kann als ein Mehrkanal-Bedienungssystem aufgefaßt werden, das eine begrenzte Kapazität hat und in dem keine Warteschlangen zugelassen sind. Die Kapazität der einzelnen Stationen ist so zu bemessen, daß die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein ankommender Notfall abgewiesen werden muß, kleiner ist als eine gegebene Obergrenze.

Fraglich ist, ob sich diese Wahrscheinlichkeit auf den ganzen Strom der Notfallpatienten beziehen soll oder auf verschiedene Teilströme. Oder anders ausgedrückt: Soll die gesamte Notfallkapazität für alle Notfallpatienten zur Verfügung stehen oder sind Teilkapazitäten ausschließlich für bestimmte Patientengruppen zu reservieren?

Aus Gründen des Risikoausgleichs und der besseren Kapazitätsausnutzung ist die einheitliche Verwendung der gesamten Notfallkapazität vorzuziehen.[1] Dem ist gegenüberzustellen, daß einige Kapazitäten Spezialkapazitäten sind, die für bestimmte Patientengruppen eingerichtet worden sind. Ein Beispiel hierfür ist die Intensivpflegestation: Es ist sicher nicht sinnvoll, diese Kapazität mit Patienten zu belegen, die keiner intensiven Behandlung bedürfen, da in einem solchen Fall anderen Patienten, für die diese Kapazität eigentlich bestimmt ist, die Intensivpflege vorenthalten werden müßte.

Ähnliche Überlegungen gelten für eine Aufteilung der Notfallkapazität nach dem Geschlecht der Patienten. Für die Intensivstation ist eine Differenzierung der Kapazität in dieser Hinsicht in keinem Fall erforderlich. Anders ist die Lage bei der restlichen Notfallkapazität. Da hier Notfall- und Nichtnotfallpatienten nicht

---

1) siehe Parker [1968]

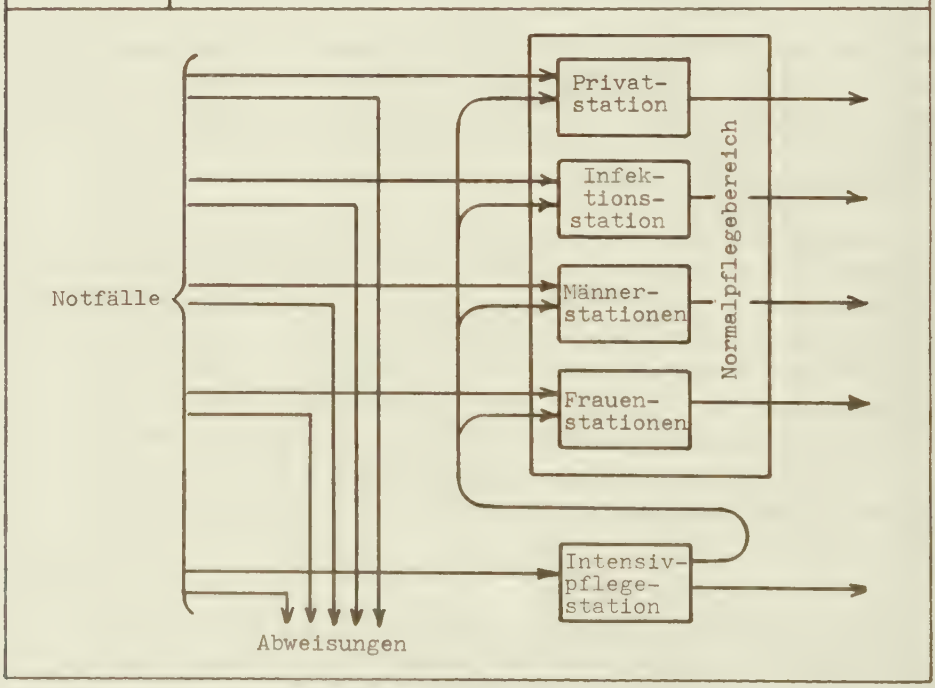
immer räumlich getrennt werden können, ist die Untergliederung der Notfallkapazität nach dem Geschlecht der Patienten vertretbar.

Auch eine weitere Aufspaltung der Notfallkapazität kann aus medizinischen Gründen zweckmäßig sein: die Abtrennung einer Station für Infektionskrankheiten.

Schließlich kann auch noch die Bereitstellung einer besonderen Notfallkapazität in der Privatstation wünschenswert sein.

Somit ergibt sich für die Medizinische Klinik unter Berücksichtigung der Einteilung der Kapazität gemäß Abb. 5.6./3 folgende Aufschlüsselung des Notfallpatientenstromes (Abb. 5.8.1./2):

Abb. 5.8.1./2 Aufteilung des Notfallpatientenstromes



Die mit 'Abweisungen' bezeichneten Patientenströme brauchen nicht zu tatsächlichen Nichtaufnahmen zu führen. Für solche Patienten ist

im Rahmen der Aufnahmeplanung lediglich kein Platz vorgesehen. Durch kapazitätsmäßige Anpassung kann z.B. trotzdem eine Aufnahme ermöglicht werden (z. B. Aufstellen von Zusatzbetten).

Zur Bestimmung der für das System nach Abb. 5.8.1./2 erforderlichen Kapazitäten bei vorgegebenen Abweisungswahrscheinlichkeiten kann ein Simulationsmodell verwendet werden, welches das gegebene System isomorph abbildet (siehe Abschn. 6.2.4.2.).

Weniger aufwendig, insbesondere bezüglich der Rechenzeit, ist es, analytische Warteschlangenmodelle zu verwenden. Dies ist jedoch nur dann zulässig, wenn die den Modellen zugrunde liegenden Voraussetzungen hinreichend genau erfüllt sind.

Im Fall der Intensivstation der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg kann ein Mehrkanal-Warteschlangenmodell vom Typ (M, M, k) : (N = k, FIFO)[1] eingesetzt werden, in dem die Anzahl der Bedienungsstationen k gleich ist der gesamten Systemgröße N, d.h. die Entstehung einer Warteschlange ist nicht zugelassen.

Wie die Datenanalyse gezeigt hat, sind die Ankünfte der Notfallpatienten, die in die Intensivstation aufgenommen werden mußten, poissonverteilt (siehe Abschn. 4.4.3.). Die Verweildauern zeigen eine Exponentialverteilung und sind, wie eine Befragung der zuständigen Ärzte ergeben hat, rein medizinisch bedingt, also unabhängig von der Belegung der Stationen, in welche die Patienten verlegt werden, die nicht sofort die Klinik verlassen. Unterstellt man noch, daß die Abfertigungsdisziplin 'first in, first out' eingehalten wird, was für Notfälle immer der Fall ist,
so kann man für den stationären Zustand des Systems die Anzahl k=N der erforderlichen Bedienungsstationen (= Kapazitätseinheiten) bestimmen aus

$$w_n = \frac{\varrho^n w_o}{k!\,k^{n-k}} \qquad (5.1)$$ [2]

1) Hier wird der erweiterte Klassifizierungscode für Warteschlangensysteme nach Kendall und Lee verwendet (siehe Meyer/Hansen/Klausmann [1975, S. 119].
2) Zur Herleitung der Formeln siehe Meyer/Hansen/Klausmann [1975, S. 136 ff.].

mit

$$w_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \frac{\varrho^n}{n!} + \sum_{n=k}^{N} \frac{\varrho^n}{k!\,k^{n-k}}} \qquad (5.2)$$

wobei w_n = Wahrscheinlichkeit, daß genau n Elemente im System sind,

k = Anzahl der verfügbaren Bedienungsstationen

$\varrho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\text{Ankunftsrate}}{\text{Abfertigungsrate}}$ = Verkehrsdichte des Systems,

N = maximal zulässige Anzahl von Elementen im System.

Wegen k = N ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß ein Patient abgewiesen werden muß, also die Wahrscheinlichkeit, daß das System voll ist, zu

$$w_N = \frac{\varrho^N w_o}{N!} \qquad (5.3)$$

mit

$$w_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{N} \frac{\varrho^n}{n!}} \qquad (5.4)$$

also

$$w_N = \frac{\varrho^N}{N! \sum_{n=0}^{N} \frac{\varrho^n}{n!}} \qquad (5.5)$$

Ist nun eine Wahrscheinlichkeit $w_N = w_N^*$ vorgegeben, die im System nicht überschritten werden darf, so ist das kleinste N zu bestimmen, für das gilt:

$$\frac{\varrho^N}{N! \sum_{n=0}^{N} \frac{\varrho^n}{n!}} \leq w_N^* \qquad (5.6)$$

Dieses N kann nur durch Probieren gefunden werden.

In Tab. 5.8.1./1 sind die Ergebnisse einer Berechnung für verschiedene Ankunftsraten λ und Systemgrößen N dargestellt.

Tabelle 5.8.1./1	Abweisungswahrscheinlichkeiten und mittlere Auslastung für verschiedene Ankunftsraten und Kapazitäten

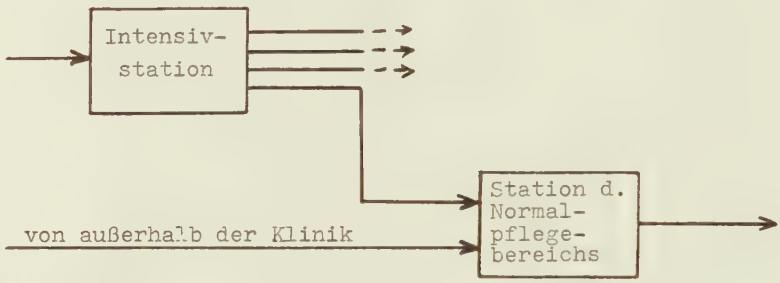
λ	$\mu = 1/t_{ab}$	$\varrho = \lambda/\mu$	k	ϱ/k	w_N	mittl. Auslastg.
2.0	0.625	3.20	6	0.5333	0.0636	0.4994
			7	0.4571	0.0283	0.4442
			8	0.4000	0.0112	0.3955
			9	0.3556	0.0040	0.3541
			10	0.3200	0.0013	0.3196
			11	0.2909	0.0004	0.2908
			12	0.2667	0.0001	0.2666
			13	0.2462	0.0000	0.2461
1.6		2.56	7	0.3657	0.0111	0.3617
1.8		2.88		0.4114	0.0185	0.4038
2.0		3.20		0.4571	0.0283	0.4442
2.2		3.52		0.5029	0.0404	0.4825
2.4		3.84		0.5486	0.0548	0.5185
2.6		4.16		0.5943	0.0711	0.5520
3.0		4.80		0.6857	0.1081	0.6116
4.0		6.40		0.9143	0.2110	0.7214

Hier ist deutlich zu erkennen, welche Folgen das Anstreben einer niedrigen Abweisungsquote für die Auslastung des Systems hat: die Auslastung wird kleiner. Die Zielsetzung geringer Abweisungen widerspricht dem Ziel einer hohen Auslastung. Zwischen beiden ist also bei der Festlegung von w_N^* abzuwägen.

Dieses Modell kann auch zur Ermittlung der Notfallkapazitäten der übrigen Stationen verwendet werden. Die Zugangsrate ergibt sich dabei aus den Patienten, die direkt in die Stationen aufgenommen werden sollen, und aus den Patienten, die aus der Intensivstation verlegt werden (Abb. 5.8.1./3). Die beiden Patientenströme von außerhalb der Klinik und aus der Intensivstation können praktisch als ein einziger Patientenstrom aufgefaßt werden: Die Entlassungen aus der Intensivstation erfolgen unabhängig von der Belegung der nachfolgenden Station, eine Blockierung der Intensivstation findet nicht statt, da Patienten, die nicht mehr der Intensivpflege bedürfen, in jedem Fall aus der Intensivstation entlassen werden.

Der Nachweis, daß die Verweildauern der Notfälle in den Stationen des Normalpflegebereichs exponentiell verteilt sind, konnte zwar nicht erbracht werden; wie Hoffmann de Visme [1973] jedoch zeigte, hat diese fehlende Voraussetzung nur geringen Einfluß auf das Ergebnis der Berechnungen.

Abb. 5.8.1./3	Fluß der Notfallpatienten in eine Station des Normalpflegebereichs



Wie schon erwähnt, sollten die Notfallkapazitäten nicht für jede Station getrennt, sondern für Stationsgruppen bestimmt werden. Die ermittelte Notfallkapazität muß dann jedoch auf die Stationen verteilt werden. Diese Verteilung kann über einen empirisch ermittelten Schlüssel erfolgen oder einfach gemäß der vorhandenen Gesamtkapazitäten. Die Verteilung der aufzunehmenden Notfallpatienten erfolgt dann ebenfalls über diesen Schlüssel.

Die Verteilung der Notfälle kann auch so geschehen, daß jede Station reihum soviele Notfälle aufnimmt, bis ihre Notfallkapazität belegt ist.

Eine andere Möglichkeit ist, daß jede Station in gewissem zeitlichen Abstand alle Notfallpatienten aufnimmt, d.h. daß auch die Notfallkapazität zeitlich unterschiedlich verteilt wird. Untersuchungen zu diesem Problem haben jedoch ergeben, daß die Wahl der ersten Alternative zu einer kleineren Streuung der Belastung führt als im anderen Fall[1].

1) Handyside/Morris [1967]

5.8.2. Die Bestimmung der Kapazitäten für Nichtnotfallpatienten

Bei der Bestimmung der Kapazitäten für Nichtnotfallpatienten ist zu unterscheiden, ob die Gesamtkapazität des Krankenhauses bzw. der einzelnen Station gegeben ist oder nicht. Bezeichnet man die gesamte Kapazität mit C und die in Abschn. 5.8.1. gefundene Notfallkapazität mit C_n, so ergibt sich die für Nichtnotfallpatienten zur Verfügung stehende Kapazität C_p im ersten Fall als Restgröße.

$$C_p = C - C_n \qquad (5.7)$$

Ist aber C noch nicht festgelegt, so kann C_p mittels Simulation so bestimmt werden, daß z.B. die mittlere Wartezeit der Patienten ein vorgegebenes Maß nicht übersteigt. Die Verwendung eines analytischen Modells ist wegen der komplexen Struktur des Problems nicht möglich.

5.9. Die Terminplanung

Ausgehend von den Ergebnissen der langfristigen Kapazitätsplanung kann die kurzfristige Planung der Aufnahmetermine der Nichtnotfallpatienten vorgenommen werden. Dazu wird ein Algorithmus benutzt, der z.B. in der Netzplantechnik zur Nivellierung des Kapazitätsbedarfs verwendet wird[1].

Der Kapazitätsanspruch eines einzuplanenden Patienten wird unter Berücksichtigung der verfügbaren Kapazität und ihrer aktuellen Belastung frühestmöglich bzw. besonderen Wünschen des Patienten entsprechend so eingeplant, daß es zu keinen wesentlichen Kapazitätsüberlastungen kommt. Das Modell besteht hauptsächlich aus fünf Komponenten:

- Bestimmung der insgesamt verfügbaren Kapazität
- Bestimmung der Belastung der Kapazität durch anwesende und schon eingeplante Patienten
- Bestimmung der noch verfügbaren Kapazität
- Bestimmung des Kapazitätsanspruchs des aufzunehmenden Patienten
- Bestimmung des Aufnahmetermins

---

1) Siehe Meyer/Hansen/Rohde [1973, S. 155 ff.]

5.9.1. Die Bestimmung der insgesamt verfügbaren Kapazität

Die im Planungszeitraum insgesamt für Nichtnotfallpatienten zur Verfügung stehende Kapazität ergibt sich im wesentlichen aus der längerfristigen Kapazitätsplanung gemäß Abschnitt 5.8.2. Diese Kapazitätsdaten müssen für die kurzfristige Terminplanung gegebenenfalls modifiziert werden. So ist z.B. in den Urlaubszeiten des Krankenhauspersonals und an den Wochenenden die Kapazität des Krankenhauses vermindert.

Aus den modifizierten Kapazitätsdaten der längerfristigen Planung erhält man dann den Vektor der insgesamt für Nichtnotfallpatienten zur Verfügung stehenden Kapazität[1]:

$$C_{p,t} = C_t - C_{n,t} \qquad t = t_o, t_o+1, \ldots \qquad (5.8)$$

mit

$C_{p,t}$ = Kapazität für Nichtnotfallpatienten am Tag t,

C_t = Gesamtkapazität am Tag t,

$C_{n,t}$ = Kapazität für Notfallpatienten am Tag t,

t_o = erster Tag des Planungszeitraums.

5.9.2. Die Bestimmung der Belastung der Kapazität

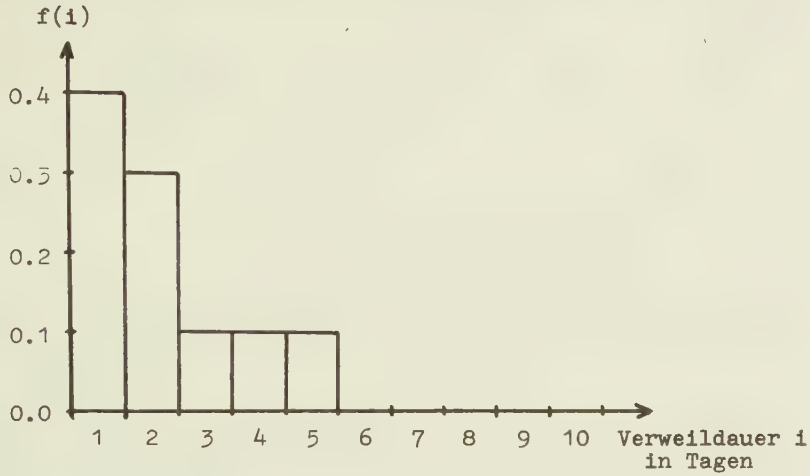
Die Schätzung der Belastung einer Station im Planungszeitraum durch anwesende und schon eingeplante Patienten erfolgt periodisch (täglich) und geht aus von der Prognose des Kapazitätsanspruchs eines einzelnen Patienten.

Dazu bedient man sich des Verteilungsgesetzes der (zufälligen) Verweildauer eines Patienten.

---

1) Als Zeiteinheit für die Terminplanung wird 1 Tag gewählt, da die Abrechnung des Krankenhausaufenthaltes gegenüber dem Kostenträger nach Tagen vorgenommen wird. Die Verwendung einer anderen Zeiteinheit ist ohne weiteres möglich.

Abb. 5.9.2./1	Verteilung der Verweildauer eines Patienten



Ist f (i) die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Patient genau i (i = 1,...) Tage [1] im Krankenhaus bleibt, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit $\mathfrak{N}(\tau)$, daß der Patient mindestens τ Tage im Krankenhaus bleibt, zu

$$\mathfrak{N}(\tau) = \sum_{i=\tau}^{\bar{\bar{}}} f(i) \qquad \tau = 1,... \qquad (5.9)$$

oder

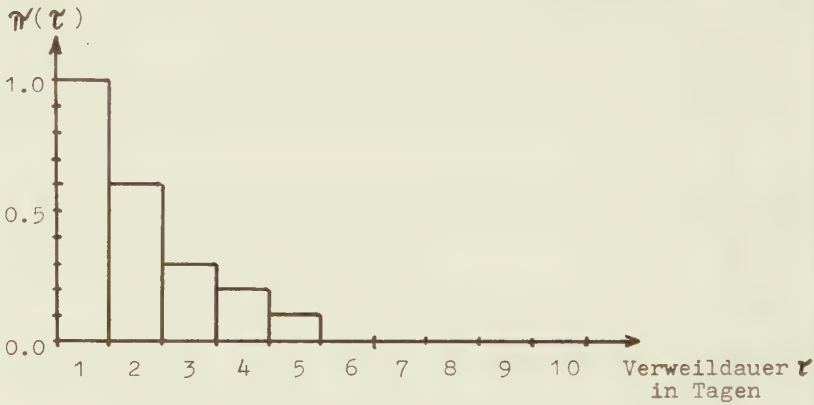
$$\mathfrak{N}(\tau) = \begin{cases} 1.0 & \text{für } \tau = 1 \\ 1.0 - \sum_{t=1}^{\tau-1} f(t) & \text{für } \tau > 1 \end{cases} \qquad (5.10)$$

In Abb. 5.9.2./2 ist der Vektor $\underline{\mathfrak{N}}$ für die Verteilung aus Abb. 5.9.2./1 dargestellt.

---

1) Verweildauern < 1 sind definitionsgemäß nicht möglich, vgl. Abschn. 2.1.

Abb. 5.9.2./2	Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $\pi(\tau)$



Für den Fall, daß der Patient schon in die Klinik aufgenommen wurde und $\tau' = 0, 1, \ldots$ Tage in der Klinik ist, sind die Wahrscheinlichkeiten $\pi(\tau)$ zu modifizieren:

$$\pi(\tau,\tau') = \frac{\sum_{i=\tau+\tau'}^{\infty} f(i)}{\sum_{i=1+\tau'}^{\infty} f(i)} \qquad \tau = 1,\ldots,\infty \quad (5.11)$$

Die Wahrscheinlichkeiten $\pi(\tau, \tau')$ sind die Wahrscheinlichkeiten dafür, daß der Patient noch $\tau = 1,\ldots,\infty$ Tage im Krankenhaus bleibt, unter der Bedingung, daß er schon τ' Tage im Krankenhaus ist. Für $\tau' = 0$ sind die Wahrscheinlichkeiten nach (5.9) und (5.11) gleich.

Bezeichnet man den ersten Tag des Planungszeitraums mit t_o und den Aufnahmetag des Patienten, bezogen auf t_o, mit t_{auf}, wobei $t_{auf} \geqslant t_o$ sei, wenn die Aufnahme noch bevorsteht, und $t_{auf} < t_o$, wenn der Patient schon aufgenommen wurde, so sind die Wahrscheinlichkeiten $p(t, t_{auf})$ dafür, daß der Patient an den Tagen $t = t_o, \ldots, T$ des Planungszeitraums in der Klinik ist, unter der Bedingung, daß er am Tag t_{auf} aufgenommen wurde oder wird,

$$p(t,t_{auf}) = \begin{cases} 0 & t < t_{auf} \\ \sum_{i=t-t_{auf}+1}^{\infty} f(i) & t \geq t_{auf} \end{cases} \quad t_{auf} \geq t_o$$

$$\frac{\sum_{i=t-t_{auf}+1}^{\infty} f(i)}{\sum_{i=t_o-t_{auf}+1}^{\infty} f(i)} \quad t_{auf} < t_o \qquad (5.12)$$

für $t=t_o,\ldots,T$

Der Fall $t_{auf} \geq t_o$ stellt eine zeitliche Verschiebung der Wahrscheinlichkeiten nach (5.9) dar, der Fall $t_{auf} < t_o$ entspricht den Wahrscheinlichkeiten in (5.11) nach einer Transformation $\tau' = t_o - t_{auf}$ und $\tau = t - t_o + 1$.

In Abb. 5.9.2./3 sind die Wahrscheinlichkeiten p (t, t_{auf}) eines Patienten mit einer Funktion f gemäß Abb. 5.9.2./1 für $t_{auf} = 2$, in Abb. 5.9.2./4 für $t_{auf} = -1$ dargestellt ($t_o = 0$).

Abb. 5.9.2./3	Verlauf der Wahrscheinlichkeiten p (t, t_{auf}) für $t_{auf} = 2$

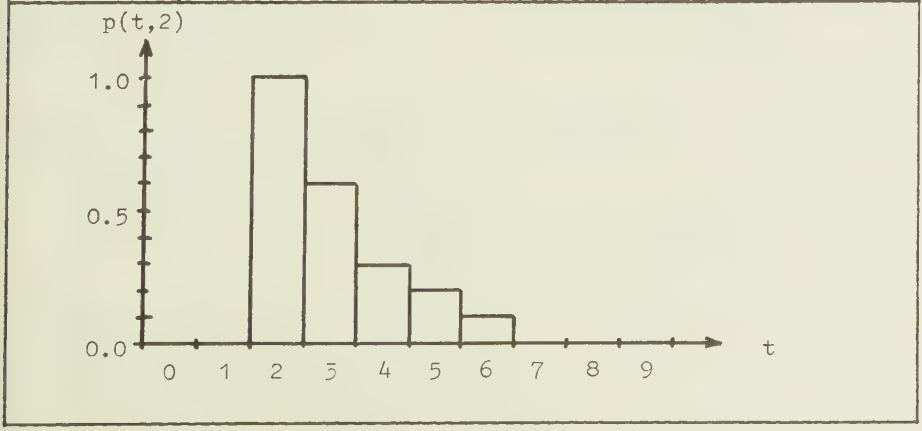
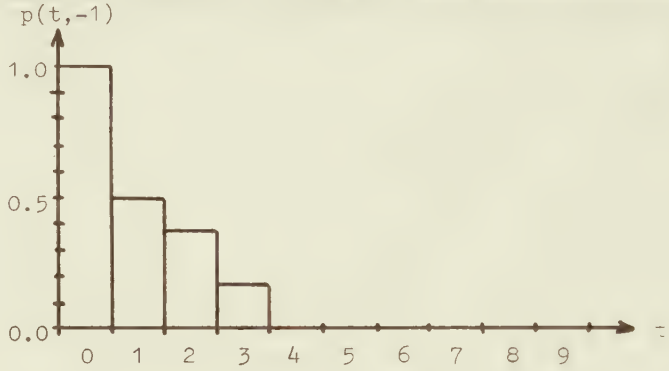


Abb. 5.9.2./4	Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $p\ (t,\ t_{auf})$ für $t_{auf} = -1$



Der Kapazitätsanspruch B_t des Patienten am Tag t ist eine Zufallsvariable, die den Wert $\beta(t,\ t_{auf})$ annimmt, und den Wert 0, wenn er nicht in der Klinik ist. Die Zufallsvariable B_t hat also eine Zweipunktverteilung mit

$$P\ (B_t = \beta\ (t,t_{auf})) = p\ (t,t_{auf}) \qquad (5.13a)$$

$$P\ (B_t = 0\qquad\qquad) = 1 - p\ (t,t_{auf}) \qquad (5.13b)$$

und dem Erwartungswert

$$b\ (t,t_{auf}) = \beta(t,t_{auf})\cdot p\ (t,t_{auf}) + 0\cdot(1-p(t,t_{auf}))$$

$$= \beta(t,t_{auf})\cdot p\ (t,t_{auf}) \qquad (5.14)$$

und der Varianz

$$
\begin{aligned}
s\,(t,t_{auf})^2 &= (\beta(t,t_{auf}) - b\,(t,t_{auf}))^2 \,.\, p\,(t,t_{auf}) + \\
&+ (0 \qquad\quad - b\,(t,t_{auf}))^2 \,.\, (1 - p\,(t,t_{auf})) \\
&= (\beta(t,t_{auf}) - \beta(t,t_{auf}) \,.\, p(t,t_{auf}))^2 . p(t,t_{auf}) + \\
&+ (0 - \beta(t,t_{auf}) \,.\, p(t,t_{auf}))^2 . (1-p(t,t_{auf})) \\
&= \beta(t,t_{auf})^2 . p(t,t_{auf}) \,.\, (1-p(t,t_{auf}))
\end{aligned}
\tag{5.15}
$$

Die Belastung der Klinik durch alle Patienten (anwesend oder vorgemerkt) ergibt sich aus den individuellen Kapazitätsansprüchen der Patienten, die von jetzt ab mit einem Index i ($i \in I$, I ist die Indexmenge der anwesenden und vorgemerkten Patienten) gekennzeichnet werden. Setzt man die Unabhängigkeit der Kapazitätsansprüche $B_{i,t}$ der Patienten i voraus, so ist die Belastung der Klinik B_t ebenfalls eine Zufallsvariable, für die gilt:

$$B_t = \sum_{i \in I} B_{i,t} \tag{5.16}$$

B_t hat eine verallgemeinerte Binomialverteilung[1)] mit der Wahrscheinlichkeitsdichte

$$P\ (B_t = n) \text{ für } n = 0,1,\ldots \tag{5.17}$$

die im angenommenen diskreten Fall mittels numerischer Faltung der Wahrscheinlichkeitsdichten[2)] der Kapazitätsansprüche der Patienten ermittelt werden kann.

Der Erwartungswert von B_t ist, immer Unabhängigkeit der Kapazitätsansprüche $B_{i,t}$ vorausgesetzt,

$$b_t = \sum_{i \in I} b_i(t,t_{auf_i}) = \sum_{i \in I} \beta_i(t,t_{auf_i}) \cdot p_i(t,t_{auf_i})) \tag{5.18}$$

---

1) Vgl. z.B. Fisz [1973, S.164 ff.]
2) Vgl. z.B. Rényi [1973, S. 84 ff.]

Für die Varianz gilt:

$$s_t^2 = \sum_{i \in I} s_i(t,t_{auf_i})^2 =$$

$$= \sum_{i \in I} \beta_i(t,t_{auf_i})^2 \cdot p_i(t,t_{auf_i}) \cdot (1 - p_i(t,t_{auf_i})) \qquad (5.19)$$

In (5.18) und (5.19) sind die β_i (t,t_{auf_i}) die Kapazitätsansprüche des Patienten i, der am Tag t_{auf_i} aufgenommen wurde oder wird, am Tag t des Planungszeitraums für den Fall, daß er tatsächlich anwesend ist.

Da, wie in Abschnitt 2.1.3. schon ausgeführt, bei der Aufnahmeplanung auf die Bettenkapazität abgestellt werden soll, sind alle β_i (t,t_{auf_i}) gleich 1 [Bett] zu setzen.

Dadurch vereinfachen sich die Formeln für den Erwartungswert (5.18) und die Varianz (5.19) zu

$$\left.\begin{aligned} b_t &= \sum_{i \in I} p_i(t,t_{auf_i}) && (5.20) \\ \text{und} \quad s_t^2 &= \sum_{i \in I} p_i(t,t_{auf_i}) \cdot (1 - p_i(t,t_{auf_i}))\ ^{1)} && (5.21) \end{aligned}\right\} t=t_o,\ldots,T$$

Will man eine andere Kapazität zur Planung der Aufnahme verwenden, wie z.B. die Pflegekapazität, so sind für die β_i (t,t_{auf_i}) geeignete Werte zu verwenden, die beispielsweise aus einem Vektor β_i^* (τ) $(\tau = 1,\ldots)$ berechnet werden können:

---

1) Siehe z.B. auch Connors [1970], Rubenstein [1975]

$$\beta_i^*(1) = 2.5 \text{ [Pflegestunden]}$$

$$\beta_i^*(2) = 1.8 \text{ [Pflegestunden]}$$

$$\beta_i^*(3) = 2.0 \text{ [Pflegestunden]}$$

$$\beta_i^*(4) = 0.5 \text{ [Pflegestunden]}$$

$$\vdots$$

Die $\beta_i\ (t,t_{auf_i}), t=0,\ldots$ können aus den $\beta_i^*\ (\tau), \tau = 1,\ldots$ z.B. durch eine einfache Verschiebung der Zeitachse gewonnen werden:

$$\tau = t - t_{auf_i} + 1$$

also

$$\beta_i\ (t,t_{auf_i}) = \beta_i^*\ (t-t_{auf_i} + 1) \qquad (5.22)$$

Eine weitere Verfeinerung des Modells ist möglich, wenn man annimmt, daß die Kapazitätsansprüche, wie sie durch die $\beta_i(t,t_{auf_i})$ repräsentiert werden, nicht konstant, sondern zufallsabhängig sind. Der Kapazitätsanspruch $B_{i,t}$ eines Patienten ist dann eine Zufallsvariable, die das Produkt zweier anderer Zufallsvariablen darstellt:

$$B_{i,t} = X_{i,t} \cdot Y_{i,t} \qquad (5.23)$$

$X_{i,t}$ ist eine Zufallsvariable, die den Wert 1 annimmt, wenn der Patient am Tag t in der Klinik ist und den Wert 0 sonst (Null-Eins-Verteilung[1]).
$Y_{i,t}$ ist eine Zufallsvariable, welche die Höhe des Kapazitätsanspruches des Patienten am Tag t seines Krankenhausaufenthaltes charakterisiert.

1) Fisz [1973, S. 160]

Die Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsdichte der Verteilung von $B_{i,t}$ und daraus folgend von B_t sowie des Erwartungswertes und der Varianz bereitet für diskrete Verteilungen von $Y_{i,t}$ keine besonderen Schwierigkeiten, führt im stetigen Fall jedoch zu schwierig oder elementar nicht mehr berechenbaren Ausdrücken[1].

Weitaus mehr Schwierigkeiten würde die Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsverteilung von $Y_{i,t}$ bereiten; entsprechende Informationen aus den Krankenhäusern stehen zur Zeit nicht zur Verfügung.

Wegen dieser Probleme ist der erweiterte Ansatz (5.23) für den praktischen Gebrauch nicht verwendbar.

Aus der Wahrscheinlichkeitsdichte der Belastung (5.17) kann nun die Wahrscheinlichkeit berechnet werden, mit der eine gegebene Kapazität c_t überlastet wird:

$$P(B_t > c_t) = \sum_{i=c_t+1}^{\infty} P(B_t = i) \qquad (5.24)$$

Da auch die Berechnung der Wahrscheinlichkeitsdichte der Belastung (5.17) zu einem im Rahmen der Terminplanung nicht mehr vertretbaren Rechenaufwand führt, wird $P(B_t = n)$ (5.17) durch eine Normalverteilung angenähert, was aufgrund des Satzes von Ljapunoff[2] möglich ist. Dieser Satz sagt aus, daß eine Summe von unabhängigen Zufallsvariablen auch dann asymptotisch normalverteilt ist, wenn nicht alle Summanden die gleiche Verteilung haben, sofern gewisse Voraussetzungen[3] erfüllt sind und die Anzahl der Zufallsvariablen hinreichend groß[4] ist.

---

1) Fisz [1973, S.84] , Rényi [1973, S. 170 ff.]

2) eine schwache Form des zentralen Grenzwertsatzes, siehe z.B. Fisz [1973, S. 241 ff.], Heinhold/Gaede [1972, S. 162 ff.]

3) Fisz [1973, S. 241]

4) Heinhold/Gaede [1972, S.163]

Die Parameter der Normalverteilung können nach der Momentenmethode[1] aus Erwartungswert und Varianz gemäß (5.20) bzw. (5.21) geschätzt werden.

Um in einem EDV-gestützten System Speicherplatz zu sparen, sollte man den Wertbereich der Verweildauerverteilungen rechtsseitig begrenzen. Es werden also nur noch Verweildauern von $1, \ldots, \Delta$ Tagen verwendet. Das ökonomisch sinnvollste Δ muß für jedes Krankenhaus individuell festgelegt werden. So kann z.B. das größte 95%-Fraktil[2] aller verwendeten Verweildauerverteilungen als Δ gewählt werden. Im Fall der Medizinischen Klinik erwies sich $\Delta = 40$ als ausreichend.

Nach dem Stutzen der Verteilung ist eine Normierung der Verteilung durchzuführen.

Durch das Verwenden gestutzter empirischer Verteilungen können bei der täglichen Berechnung der Kapazitätsansprüche Schwierigkeiten verschiedener Art auftreten:

Überschreitet die aktuelle Verweildauer eines Patienten k den Wert Δ, so wird die Berechnung von $b_k\ (t, t_{auf_k})$ unmöglich, da $f(t)$ für $t > \Delta$ nicht mehr definiert ist.

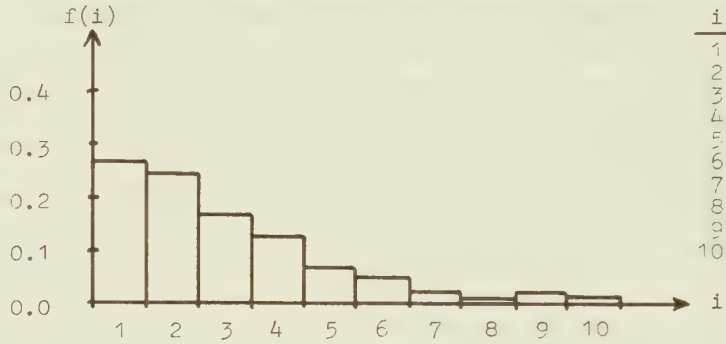
Ähnliches gilt für den Fall $\sum_{i=t_0-t_{auf}+1}^{\infty} f(i) = 0$; das hat zur Folge, daß $p_k\ (t, t_{auf_k})$ unbestimmt ist. Nähert sich die aktuelle Verweildauer beträchtlich dem Wert Δ, so wird die Berechnung des Kapazitätsanspruchs übermäßig stark vom nicht signifikanten Verlauf der Verweildauerverteilung am Ende des Wertebereichs beeinflußt. Dies ist besonders bei den für Verweildauern charakteristischen linkssteilen Verteilungen der Fall. Ein Beispiel soll das verdeutlichen:

---

1) Fisz [1973, S. 563]
2) Zum Begriff des Fraktils siehe Heinhold/Gaede [1972, S. 36]

Es sei folgende Verweildauerverteilung gegeben (Abb. 5.9.2./5):

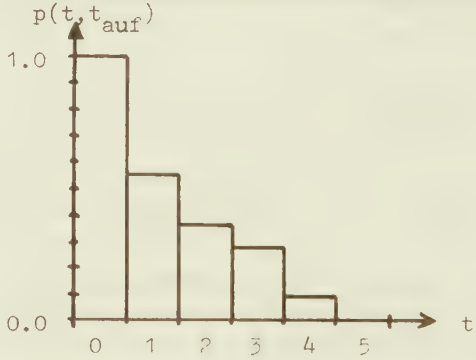
Abb. 5.9.2./5 Beispiel einer Verweildauerverteilung eines Patienten (Δ = 10)



i	f(i)
1	0.27
2	0.25
3	0.17
4	0.13
5	0.07
6	0.05
7	0.02
8	0.01
9	0.02
10	0.01

Am 6. Tag des Krankenhausaufenthaltes des Patienten sieht der Kapazitätsanspruch wie folgt aus:

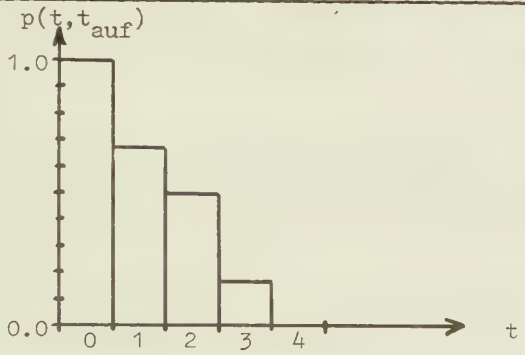
Abb. 5.9.2./6 Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $p(t,t_{auf}=-5)$



t	$p(t,t_{auf})$
0	1.00
1	0.55
2	0.36
3	0.27
4	0.09
5	0.00
.	.
.	.

Einen Tag später:

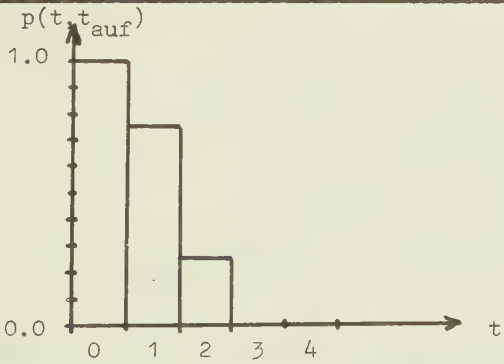
Abb. 5.9.2./7 — Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $p(t,t_{auf}=-6)$



t	$p(t,t_{auf})$
0	1.00
1	0.67
2	0.50
3	0.17
4	0.00
.	.
.	.

Noch einen Tag später:

Abb. 5.9.2./8 — Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $p(t,t_{auf}=-7)$



t	$p(t,t_{auf})$
0	1.00
1	0.75
2	0.25
3	0.00
.	.
.	.

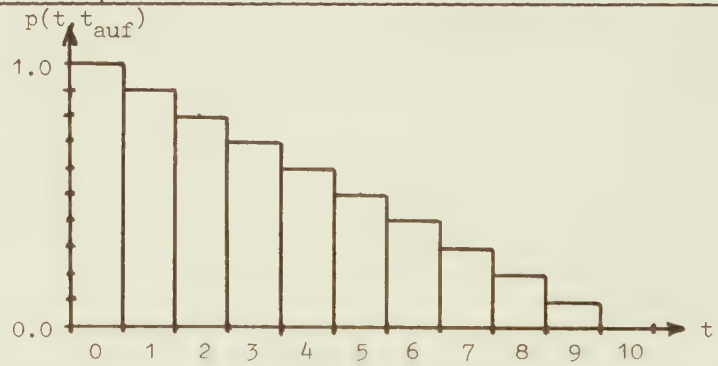
Wie auch zu ersehen ist, fällt die zeitliche Verkürzung des Prognosezeitraums im Verhältnis zum gesamten Planungszeitraum immer stärker ins Gewicht.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Überschreitet die aktuelle Verweildauer eines Patienten ein bestimmtes Fraktil seiner Verweildauerverteilung, so wird der Kapazitätsanspruch nicht mehr aus dieser Verteilung, sondern aus einer Gleichverteilung berechnet.

Die Verwendung einer Gleichverteilung ist deshalb berechtigt, weil alle empirisch gefundenen Verweildauerverteilungen in dem in Frage kommenden Bereich mit ausreichender statistischer Sicherheit durch eine Gleichverteilung angenähert werden können. Problematisch ist allerdings die Wahl des Definitionsbereichs Δ' der Gleichverteilung, d.h. über wieviele Tage sich diese Gleichverteilung erstrekken soll. Wählt man z.B. $\Delta' = 10$ Tage, so erhält man folgenden Kapazitätsanspruch:

Abb. 5.9.2./9 Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $p(t,t_{auf})$



Dieser Kapazitätsanspruch wird dann bei allen folgenden Berechnungen von B_t nach (5.16) unverändert verwendet.

5.9.3. Die Schätzung der Verweildauern der Patienten[1)]

Das in Abschnitt 5.9.2. beschriebene Verfahren zur Abschätzung der Belastung des Krankenhauses setzt voraus, daß die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Verweildauern bekannt ist.

Zur Prognose der Verweildauern gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten

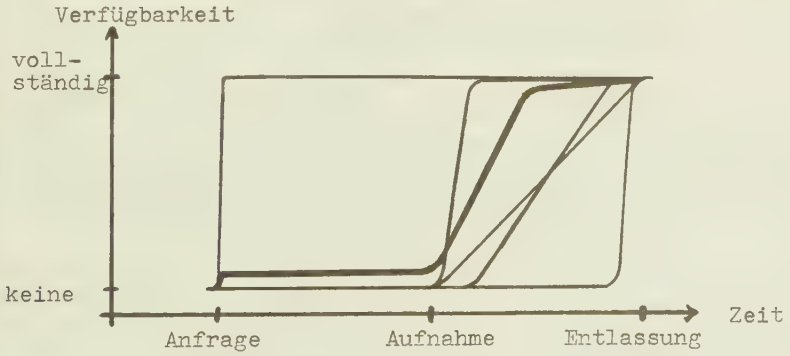
- Schätzung durch die behandelnden Ärzte oder durch anderes geeignetes Krankenhauspersonal,
- Schätzung aufgrund historischer Daten.

Welche dieser Methoden bzw. welche Kombination eingesetzt wird, hängt von folgenden Überlegungen ab:

Grundsätzlich sollten zur Schätzung der Verweildauer alle Informationen verwertet werden, die zum Zeitpunkt der Schätzung verfügbar sind, und die zur Verbesserung der Prognose beitragen.

Die Verfügbarkeit von Informationen über die Verweildauer wird im allgemeinen zwischen dem Zeitpunkt der Anfrage bis zur Entlassung den Verlauf haben, wie er in Abb. 5.9.3./1 dargestellt ist.

Abb. 5.9.3./1	Verlauf der Verfügbarkeit von Informationen über die Verweildauer eines Patienten



1) Zu diesem Problem siehe auch Robinson/Davis /Leifer [1966]

Bei der Anfrage gibt nur weniges Aufschluß über die voraussichtliche Verweildauer; außer Alter und Geschlecht des Patienten ist allenfalls eine Einweisungsdiagnose bekannt, die nach Auskunft von Klinikärzten oft - auch absichtlich - nicht zutrifft.

Dies ändert sich, sobald der Patient aufgenommen worden ist und die ersten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen durchgeführt worden sind.

Der Grad der Verfügbarkeit steigt im Verlauf des Krankenhausaufenthaltes und erreicht bei der Entlassung sein Maximum.

Die Kurve der Verfügbarkeit kann im Intervall zwischen Aufnahme und Entlassung verschiedene Formen annehmen; die Regel wird ein steiler Anstieg nach der Aufnahme sein.

Dem Verlauf dieser Kurve entsprechend muß der Einsatz der verschiedenen Methoden erfolgen: Ist wenig patientenspezifische Information verfügbar, so ist die Schätzung der Verweildauer aufgrund historischer Daten durchzuführen. Sind nach der Aufnahme mehr Patientendaten bekannt, so sind verstärkt Schätzungen durch Ärzte bzw. anderes geeignetes Personal zu verwenden.

Schätzungen durch Ärzte setzen allerdings zweierlei voraus:

- Kooperationsfähigkeit und
- Kooperationsbereitschaft.

Erfahrungen haben jedoch gezeigt[1], daß es oft an beiden Voraussetzungen mangelt. Sind sie aber erfüllt, so liefern die Schätzungen der behandelnden Ärzte im allgemeinen bessere Ergebnisse als Schätzungen eines automatischen Systems aufgrund historischer Daten[2].

---

1) Rubenstein [1975]
2) Robinson/Davis/Leifer [1966]
Gustafson [1966, 1968]

Eine zweckmäßige Kombination beider Methoden ist folgende:

1. Prognose der Verweildauer, d.h. Bestimmung einer entsprechenden Verteilung aus den historischen Daten bei der Anfrage.

2. Fortlaufende Korrektur der Schätzung durch Ärzte nach der Aufnahme des Patienten bis zur möglichst frühzeitigen und sicheren

3. Festlegung des Entlassungstermins.

Die Schätzungen der Ärzte werden jedoch auf wenige Daten beschränkt sein, die Ermittlung einer brauchbaren, d.h. vollständigen Verweildauerverteilung muß mit Computerunterstützung erfolgen. So wird ein Arzt entweder eine Einpunktschätzung (entspricht einer eindeutig deterministischen Verweildauer) oder eine Mehrpunktschätzung abgeben. Bei einer Dreipunktschätzung können die einzelnen Schätzwerte z.B. minimale, wahrscheinlich bzw. maximale Verweildauer sein.

Neben dieser Schätzung ist aber auch noch die Festlegung des Verteilungstyps und u.U. der Parameter erforderlich, damit die Wahrscheinlichkeitswerte für die möglichen Verweildauern berechnet werden können. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten denkbar:

- Festlegung durch den Schätzenden,
- Festlegung aufgrund des Patiententyps und historischer Daten,
- Festlegung auf <u>einen</u> festen Verweildauertyp für alle Patienten.

Die erste Möglichkeit bedeutet zusätzlichen Aufwand für den Schätzer. Da diese Möglichkeit aus praktischen Gründen ausscheidet[1], ist die Festlegung aufgrund des Patiententyps sowie historischer Daten vorzunehmen, wenn nicht in bestimmten Fällen sogar die Festlegung auf <u>einen</u> Verweildauertyp ausreicht. Die Wahl eines einzigen einfachen Verweildauertyps hat auch noch den Vorteil geringeren Rechenaufwands.

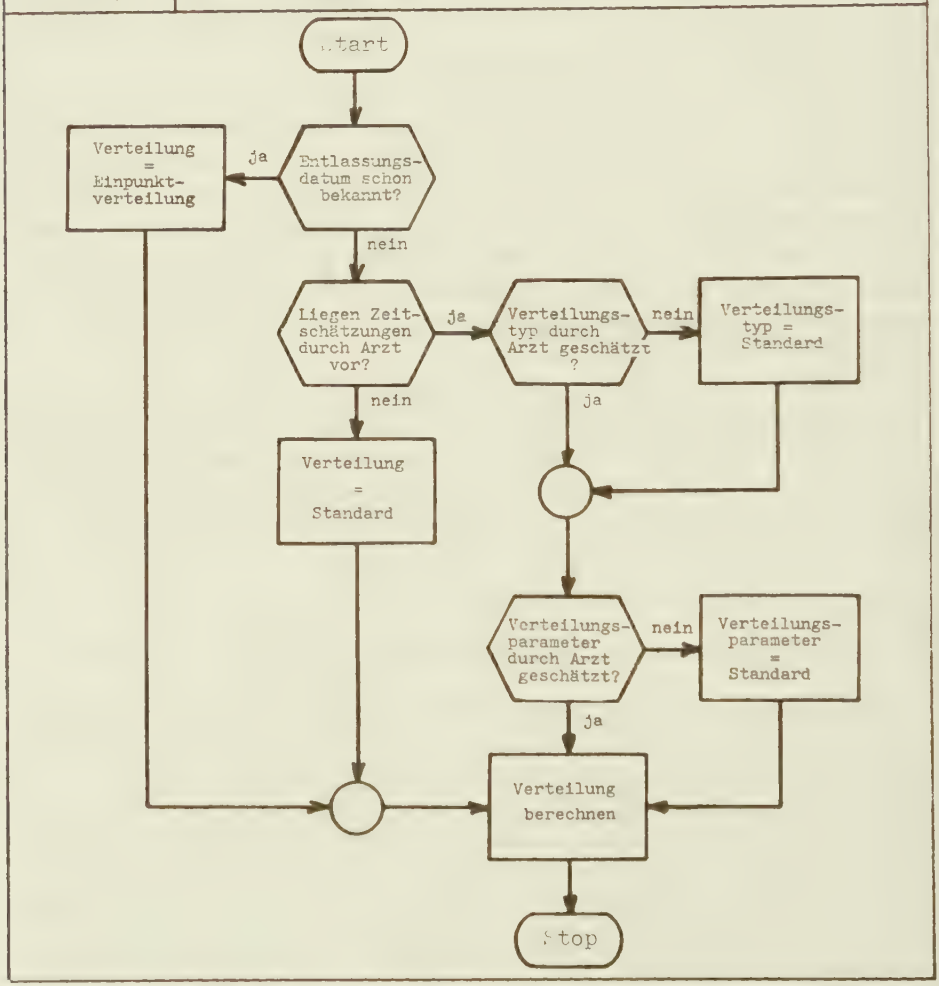
---

1) Rubenstein [1975]

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob nicht eine einfache Verteilung, z.B. die Dreieckverteilung,[1] ausreicht.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeitsdichte der Verweildauern ist also folgende:

Abb. 5.9.3./2 Bestimmung der Verweildauerdichte



Die Angabe 'Standard' bedeutet dabei, daß auf entsprechende historische Daten zurückgegriffen wird.

1) Siehe z.B. Meyer/Hansen/Rohde [1973, S.130 ff.]

Abb. 5.9.6./1	Algorithmus zur Suche eines Aufnahmetermins (1)

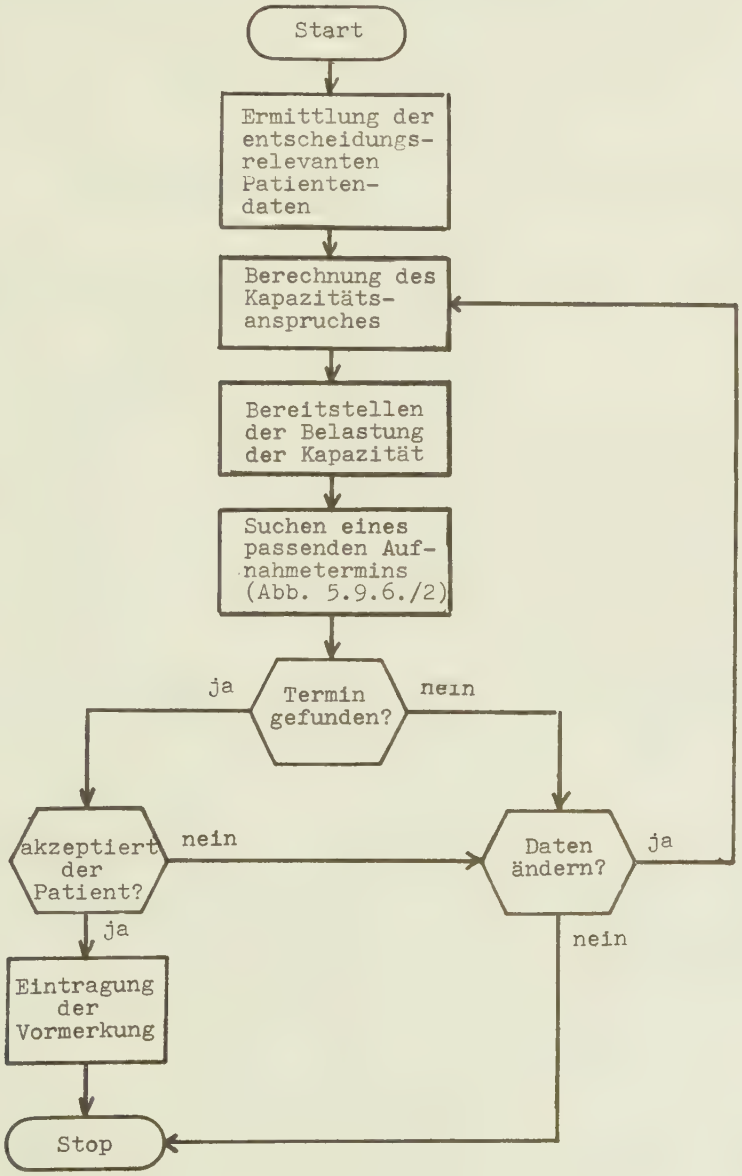
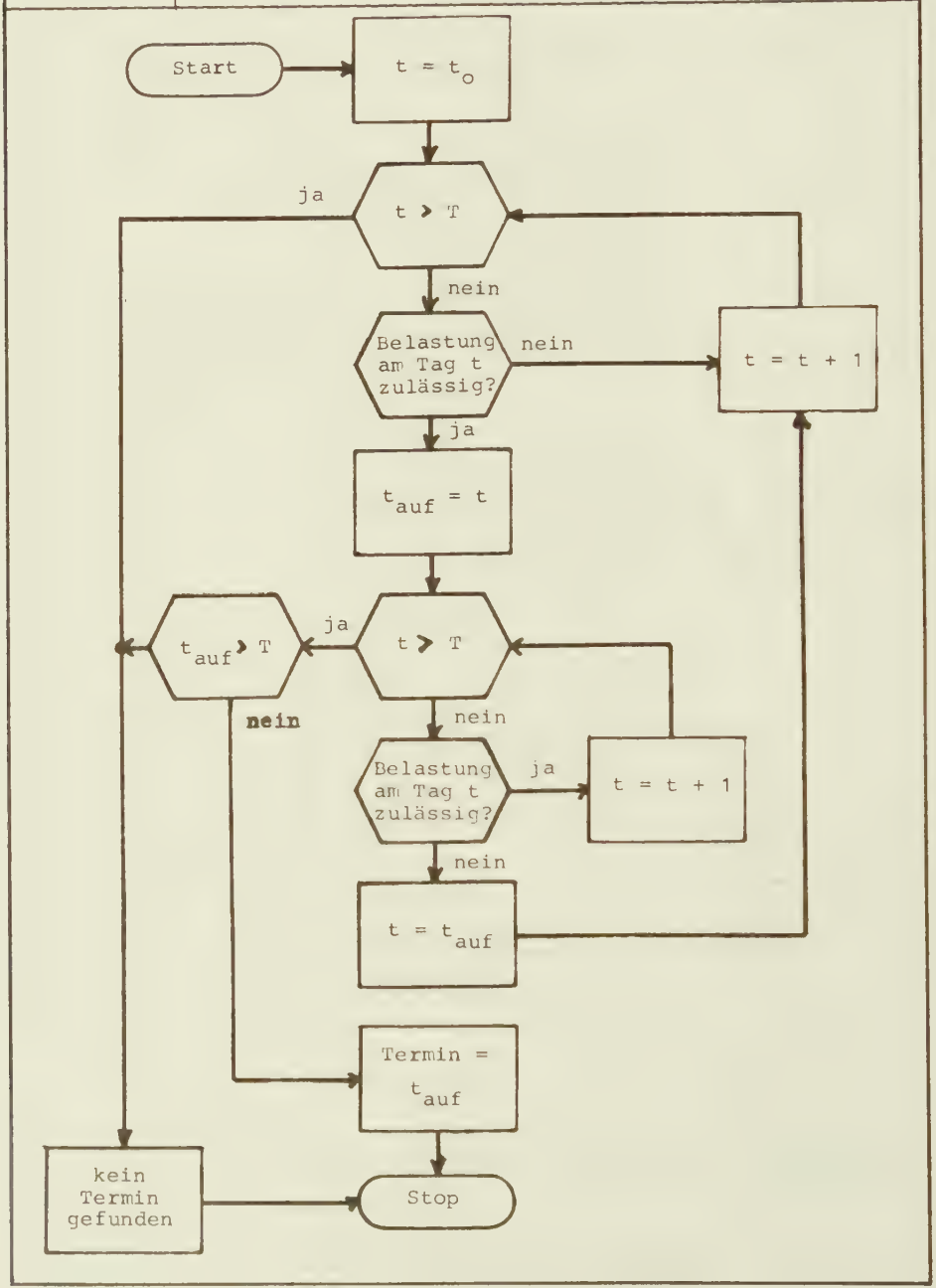


Abb. 5.9.6./2 Algorithmus zur Suche eines Aufnahmetermins (2)



5.9.7. Die Einführung einer Prioritätsregelung

In den Terminierungsalgorithmus läßt sich leicht eine Prioritätsregelung einfügen, der eine Aufgliederung der Nichtnotfallpatienten in I Dringlichkeitsstufen zugrunde liegt.

Dazu wird $p_{max,t}$ in Abhängigkeit der Dringlichkeitsstufen i (i=0,...,I-1) variiert:

$$p^{i}_{max,t} = f\ (p_{max,t}\ ,i) \qquad (5.27)$$

oder es wird ein Katalog von verschiedenen $p^{i}_{max,t}$ für unterschiedliche Dringlichkeitsstufen i mitgeführt.

5.9.8. Eine Vereinfachung des Verfahrens

Das in Abschn. 5.9.6. beschriebene Verfahren zur Bestimmung eines Aufnahmetermins ist sehr aufwendig in Bezug auf Rechenzeiten. Insbesondere fällt die häufig nötige Berechnung der Wahrscheinlichkeitsdichte der Belastung zur Ermittlung der Überlastungswahrscheinlichkeiten ins Gewicht.
Aus diesem Grund wird eine Vereinfachung des Verfahrens vorgeschlagen.

Strebt man ein $p_{max,t} = 0{,}5$ an, so folgt daraus, daß $b_{p,t} \approx C_{p,t}$ sein muß. Das ergibt sich aus der Symmetrie der Belastungsverteilung, die, wie gezeigt wurde, durch eine Normalverteilung angenähert werden kann.

Damit entfällt bei der Terminsuche die Berechnung der Wahrscheinlichkeitsdichte und der tatsächlichen Überlastungswahrscheinlichkeit. Bei der Terminierung braucht nur noch geprüft zu werden, ob der Erwartungswert der Belastung (nach 5.18 bzw. 5.20) die Kapazität überschreitet. Die Berechnung der Varianz des Kapazitätsbedarfs des aufzunehmenden Patienten nach (5.15) ist ebenfalls nicht mehr erforderlich.
Auf diese Weise wird die Terminsuche erheblich beschleunigt.

Die Prioritätsregelung gemäß Abschn. 5.9.7. muß dann leicht modifiziert werden:

Anstelle von $p_{max,t}$ wird jetzt die angestrebte Kapazitätsbelastung $c^i_{p,t}$ in Abhängigkeit von der Dringlichkeitsstufe i verändert. Das geschieht mittels der funktionalen Beziehung

$$c^i_{p,t} = f(C_{p,t}, i) \tag{5.28}$$

oder über einen Katalog verschiedener $c^i_{p,t}$.

Im realisierten Planungssystem, wie es in Abschn. 6.2. beschrieben ist, ist diese funktionale Beziehung implementiert:

$$c^i_{p,t} = C_{p,t} \cdot (AF_t + i \frac{1-AF_t}{I-1}) \tag{5.29}$$

mit

I = Anzahl der Prioritätsklassen

i = Priorität des aufzunehmenden Patienten (i=0,...,I-1)

AF_t = Auslastungsfaktor, der den angestrebten Auslastungsgrad der Kapazität $C_{p,t}$ für Patienten der Priorität 0 (= niedrigste Priorität) angibt.

Für i= I-1 ist also $c^i_{p,t} = C_{p,t}$.

5.10. Die Überwachung und Anpassung von Modellparametern

Das bisher beschriebene Modell enthält eine ganze Reihe von Parametern, wie z. B. Ankunftsraten, Abfertigungsraten, Übergangsquoten, Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Die Werte dieser Parameter müssen vor dem Einsatz des Modells prognostiziert, d. h. geschätzt werden. In der Regel geschieht dies durch Daten aus der Vergangenheit, sofern solche vorhanden sind. Die Schätzungen können aber fehlerhaft sein. Die Gründe dafür sind ungenaue Informationen über die Parameter, insbesondere über zeitliche Veränderungen der Parameterwerte.

In das Modell der Aufnahmeplanung müssen deshalb Verfahren aufgenommen werden, die es gestatten, den zeitlichen Verlauf der Modellparameter zu registrieren und gegebenenfalls signifikante Abweichungen der Istwerte von den verwendeten Schätzwerten anzuzeigen[1]. Treten wesentliche Änderungen auf, so ist eine Anpassung des Modells vorzunehmen. Im Fall der Veränderung von Ankunfts- und Abgangsraten bzw. Übergangsquoten sind die Notfallkapazitäten neu zu berechnen. Ändern sich die Wahrscheinlichkeiten der Verweildauern, so erfolgt die Anpassung automatisch, sofern bei der täglichen Berechnung der Kapazitätsbelastung stets aktualisierte Wahrscheinlichkeitsdichten zur Verfügung gestellt werden.

Die unten beschriebenen adaptiven Verfahren zeichnen sich durch Einfachheit, geringen Rechen- und Speicheraufwand aus. Sie sind deshalb für den Einsatz in einem automatisierten System geeignet.

5.10.1. Die Überwachung der Ankunftsraten

Am Beispiel der Ankunftsrate λ der Notfallpatienten einer Station soll die Kontrolle eines Erwartungswertes gezeigt werden.

Die Ankunftsrate λ , die in dem Modell verwendet wird, ist der Schätzwert für eine tatsächliche mittlere Ankunftsrate λ^*.

Die gegenseitige Abweichung beider Größen zeigt an, ob eine neue Berechnung der Notfallkapazitäten vorgenommen werden muß. Zur Abschätzung der Zulässigkeit einer Abweichung kann eine Übersicht wie in Tab. 5.8.1./1 dienen.

Zur Ermittlung von λ^* eignet sich ein spezielles Verfahren der Berechnung von gleitenden Mittelwerten, das unter der Bezeichnung exponentielles Glätten (exponential smoothing) bekannt ist[2].

---

1) Bei Griese [1972] sind einige solcher Verfahren zusammengestellt und beschrieben worden.

2) Brown [1963, S. 97 ff.]

Bezeichnet man die Anzahl der Ankünfte pro Zeiteinheit in den einzelnen Perioden i mit l_i, so erhält man den Mittelwert λ_t^* der Zeitreihe l_i (i = t,t-1,t-2,.....) aus

$$\lambda_t^* = k_0 l_t + k_1 l_{t-1} + k_2 l_{t-2} + \dots = \sum_{i=0}^{\infty} k_i l_{t-i} \qquad (5.30)$$

Die Summe der Gewichte k_i muß 1 ergeben, und die Gewichte müssen so beschaffen sein, daß jüngere Beobachtungswerte l stärker gewichtet werden als ältere.

Diese Bedingungen erfüllen die Glieder der Reihe

$$\alpha \cdot (1-\alpha)^i \qquad i = 0,1,\dots \; ; \; 0 < \alpha < 1$$

Der Grenzwert dieser Reihe ist

$$\lim_{I \to \infty} \sum_{i=0}^{I} \alpha \cdot (1-\alpha)^i = 1$$

und die einzelnen Glieder der Reihe sind monoton fallend bei steigendem i.

Führt man diese Gewichtung gleitend durch, also

$$\lambda_{t+1}^* = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha (1-\alpha)^i \cdot l_{t+1-i} \qquad (5.31)$$

und

$$\lambda_t^* = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha (1-\alpha)^i l_{t-i} \qquad (5.32)$$

so erhält man, wenn man (5.32) von (5.31) abzieht, folgende Rekursionsgleichung

$$\lambda_{t+1}^* = \alpha \cdot l_t + (1-\alpha) \lambda_t^* \qquad (5.33)$$

Die erstmalige Anwendung dieser Beziehung setzt einen Anfangswert λ_0^* voraus. Für diesen Wert kann man den Mittelwert aus einer Datenanalyse verwenden, sofern nicht besondere Umstände einen anderen Wert geeigneter erscheinen lassen.

Ebenso ist ein Wert für den Glättungsfaktor α festzulegen. Ausführliche Hinweise zur Wahl des 'richtigen' Glättungsfaktors finden sich bei Brown[1].

Eine Möglichkeit, den Glättungsfaktor α zu bestimmen, ist, ihn so groß zu wählen, daß etwa so viele Beobachtungswerte wie beim Verfahren des gewöhnlichen gleitenden Durchschnitts in die Mittelwertbildung einbezogen werden. Werden beim gewöhnlichen gleitenden Durchschnitt N Werte verwendet, so ist ihr durchschnittliches Alter

$$\bar{t} = \frac{0 + 1 + 2 + \ldots + N-1}{N} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} i}{N} = \frac{N-1}{2} \qquad (5.34)$$

Das durchschnittliche Alter der Beobachtungswerte beim exponentiellen Glätten ist

$$\bar{t} = 0 \cdot \alpha + 1\alpha(1-\alpha) + 2\alpha(1-\alpha)^2 + \ldots =$$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1-\alpha)^i = \frac{1-\alpha}{\alpha} \qquad (5.35)$$

Setzt man beide Alter gleich, so erhält man aus

$$\frac{N-1}{2} = \frac{1-\alpha}{\alpha}$$

für α $\qquad \alpha = \frac{2}{N+1} \qquad (5.36)$

In der Tabelle 5.10.1./1 sind für einige Werte N die entsprechenden α zusammengestellt.

Tabelle 5.10.1./1 — Zusammenhang zwischen N und α

N	α
3	0.50
4	0.40
5	0.33
6	0.29
9	0.20
19	0.10
39	0.05
99	0.02
199	0.01

1) Brown [1963, S. 106 ff.]

Die Technik des exponentiellen Glättens kann für alle Modellparameter benutzt werden, die Erwartungswerte sind. Neben den Ankunftsraten sind dies vor allem die Abfertigungsraten für Notfälle.

Lassen es die Daten eines Krankenhauses als notwendig erscheinen, so können anstelle dieses einfachen Überwachungsmodells auch kompliziertere Modelle eingesetzt werden[1].

5.10.2. Die Anpassung der Verweildauerverteilungen

Eine ähnliche Methode wie die zur Überwachung der Ankunftsraten läßt sich auch zur selbsttätigen Anpassung der Wahrscheinlichkeitsdichten der Verweildauern an sich ändernde Gegebenheiten benutzen. Werden die aktualisierten Wahrscheinlichkeitsdichten zur periodischen Berechnung der Kapazitätsbelastung verwendet, so erhält man ein adaptives Verfahren zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten.

Die Technik des exponentiellen Glättens wird dabei nicht auf Erwartungswerte, sondern auf die einzelnen relativen Häufigkeiten des Auftretens eines Ereignisses, wie z.B. einer bestimmten Verweildauer, angewendet. Die Schätzung der Elemente eines Wahrscheinlichkeitenvektors f(i) erfolgt nach

$$f_t(i) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 + (1-\alpha) \cdot f_{t-1}(i) & \text{für } i = i_t \\ \alpha \cdot 0 + (1-\alpha) \cdot f_{t-1}(i) & \text{für } i \neq i_t \end{cases} \qquad (5.37)$$

In (5.37) sind α eine Glättungskonstante ($0 < \alpha < 1$) und i_t das im Zeitpunkt t beobachtete Argument der Wahrscheinlichkeitsdichte f(i).

Durch die in (5.37) angegebenen Operationen wird die Bedingung $\sum_i f_t(i) = 1$ nicht verletzt, wenn man $\sum_i f_{t-1}(i) = 1$ voraussetzt:

---

1) Einen Überblick über bekannte adaptive Verfahren gibt Griese [1972].

$$\sum_i f_t(i) = (1-\alpha)f_{t-1}(1) + (1-\alpha)f_{t-1}(2) + \ldots +$$

$$+ \left[(1-\alpha)f_{t-1}(k) + \alpha\right] + \ldots =$$

$$= (1-\alpha)(f_{t-1}(1) + f_{t-1}(2) + \ldots) + \alpha =$$

$$= (1-\alpha)(\sum_i f_{t-1}(i)) + \alpha =$$

$$= (1-\alpha)\cdot 1 \qquad + \alpha = 1 - \alpha + \alpha = 1$$

Diese Technik wird als vector smoothing bezeichnet[1].

Die Reaktionsgeschwindigkeit eines solchen adaptiven Systems hängt von der Größe des Glättungsparameters ab. Ein kleiner Glättungsparameter bewirkt, daß sich die Anpassung langsam vollzieht; das Modell ist unanfällig gegenüber zufälligen Störungen. Treten jedoch plötzliche strukturelle Veränderungen auf, so reagiert das Modell zu langsam. In diesem Fall müßte der Glättungsparameter größer gewählt werden.

Es ist also zweckmäßig, den Glättungsparameter variabel zu gestalten, etwa in Abhängigkeit von der Zeit:

$$\alpha(t_u + t) = \frac{k}{(t+1)^\beta} \quad ^{2)}$$

wobei t_u der Zeitpunkt der Veränderung von α ist und k eine Konstante, $k \geqslant 0$. Durch die Wahl der Konstanten k wird die Obergrenze von festgelegt; im Verlauf des Anpassungsprozesses nähert sich α dem Wert 0 als Untergrenze. Ist dies unerwünscht, so kann eine geeignete andere Untergrenze für α bestimmt werden, z.B. gemäß (5.36), auf die dann umgeschaltet wird, wenn α aus (5.38) unter die Untergrenze sinkt.

---

1) Brown [1963]
2) Vgl. Griese [1972, S.20]

Die Vergrößerung des Glättungsparameters wird ausgelöst, wenn ein Kontrollsignal eine festgesetzte Grenze überschreitet. Ein mögliches Kontrollsignal A_t ist[1)]

$$A_t = \frac{D_t}{MAD_t} \tag{5.39}$$

mit

$$D_t = \beta \varepsilon_t + (1-\beta) D_{t-1}$$

$\varepsilon_t = i_t - \bar{i}_t$, wobei i_t der Beobachtungswert ist und $\bar{i}_t$ der Erwartungswert

$$MAD_t = \beta |\varepsilon_t| + (1-\beta)\, MAD_{t-1}$$

Anstelle der geglätteten mittleren absoluten Abweichung MAD kann auch die Varianz verwendet werden:

$$A_t = \frac{D_t}{\sigma_t^2} \tag{5.40}$$

mit $\sigma_t^2 = \beta \varepsilon_t^2 + (1-\beta) \sigma_{t-1}^2$ [2)]

Zur Berechnung von ε_t wird der Erwartungswert $\bar{i}_t$ benötigt; er kann ebenfalls mit Hilfe des exponentiellen Glättens bestimmt werden (siehe Formel (5.33)).

Die Werte von $\bar{i}_t$ und MAD_t bzw. σ_t^2 werden zusätzlich zur Wahrscheinlichkeitsdichte $f_t(i)$ geführt, da ihre Berechnung aus $f_t(i)$ nach jeder Beobachtung eines Wertes i zu rechenaufwendig ist.

Die Fortschreibung und Überwachung von Übergangsvektoren kann ebenso erfolgen.

---

1) Trigg/Leach [1968]
2) vgl. Griese [1972, S. 23]

5.11. Der Ausgleich von Planungsfehlern

Bei dem beschriebenen Modell zur Aufnahmeplanung ist es möglich, daß sich die Realität anders entwickelt als das Modell prognostiziert.

Langfristige Veränderungen werden von den Kontrollmechanismen (siehe Abschn. 5.10.) erfaßt, die gegebenenfalls eine Anpassung veranlassen.

Kurzfristigen und kurzzeitigen Abweichungen der Wahrscheinlichkeit einer Kapazitätsüberlastung bzw. des Erwartungswerts der Kapazitätsbelastung von gegebenen Schwellwerten können vom Entscheidungsträger auf zwei Weisen begegnet werden:

- nichts tun und abwarten, ob Kapazitätsüberlastungen tatsächlich eintreten und die Überbelastungen durch Kapazitätsanpassung oder durch Abweisen von Patienten ausgleichen,

- versuchen, die Abweichungen durch Verschieben von Aufnahmeterminen von Nichtnotfallpatienten zu vermeiden.

Welche Verhaltensweise gewählt wird, liegt im Ermessen des Entscheidungsträgers. Die Entscheidung wird in jedem Fall vom Ausmaß (Höhe, Dauer und Häufigkeit) der Abweichung beeinflußt werden. In die Überlegung muß auch mit eingehen, ob und ab welchem Zeitpunkt vor dem geplanten Aufnahmetermin den Patienten eine Terminverschiebung zumutbar ist.

5.11.1. Maßnahmen bei Kapazitätsüberlastungen

Sollen Terminverschiebungen durchgeführt werden, so ist zunächst festzulegen, wie groß die Wahrscheinlichkeit einer Kapazitätsüberlastung bzw. die erwartete Überlastung sein darf, ohne daß irgendwelche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Ist dieser Schwellwert festgesetzt, so ist nach jeder periodischen Berechnung der Kapazitätsbelastung zu prüfen, ob der Schwellwert überschritten wird. Ist dies der Fall, so ist zu entscheiden, welche Patienten von einer Terminverschiebung betroffen werden sollen. Bei der Auswahl der Patienten ist zu berücksichtigen, daß die Verschiebung geringen or-

ganisatorischen Aufwand verursachen soll. Dies wird dann der Fall sein, wenn die Anzahl der betroffenen Patienten minimal ist. Wählt man die Patienten, deren Aufnahmetermine verlegt werden sollen, nach diesen Gesichtspunkten aus, so werden zunächst die Patienten in Frage kommen, die an den betreffenden Tagen den größten Teil der Kapazitätsüberlastung bewirken. Das sind die Patienten, die an den Tagen der Kapazitätsüberschreitung aufgenommen werden sollen. Dies ergibt sich aus dem monoton fallenden Kapazitätsanspruch der Patienten nach (5.11).

Bei der Auswahl der Patienten ist auch die Priorität p_{auf} der Patienten, die bei der Terminplanung festgelegt wurde, zu berücksichtigen, sowie die noch verbleibende Wartezeit bis zur Aufnahme. Ein Maß für die Zumutbarkeit einer Terminverschiebung könnte z.B. eine aktuelle Priorität p_{akt} des Patienten nach folgender Formel sein:

$$p_{akt} = m \cdot p_{auf} + n \cdot \left(1 - \frac{t_{auf} - t_o}{T}\right) \qquad (5.41)$$

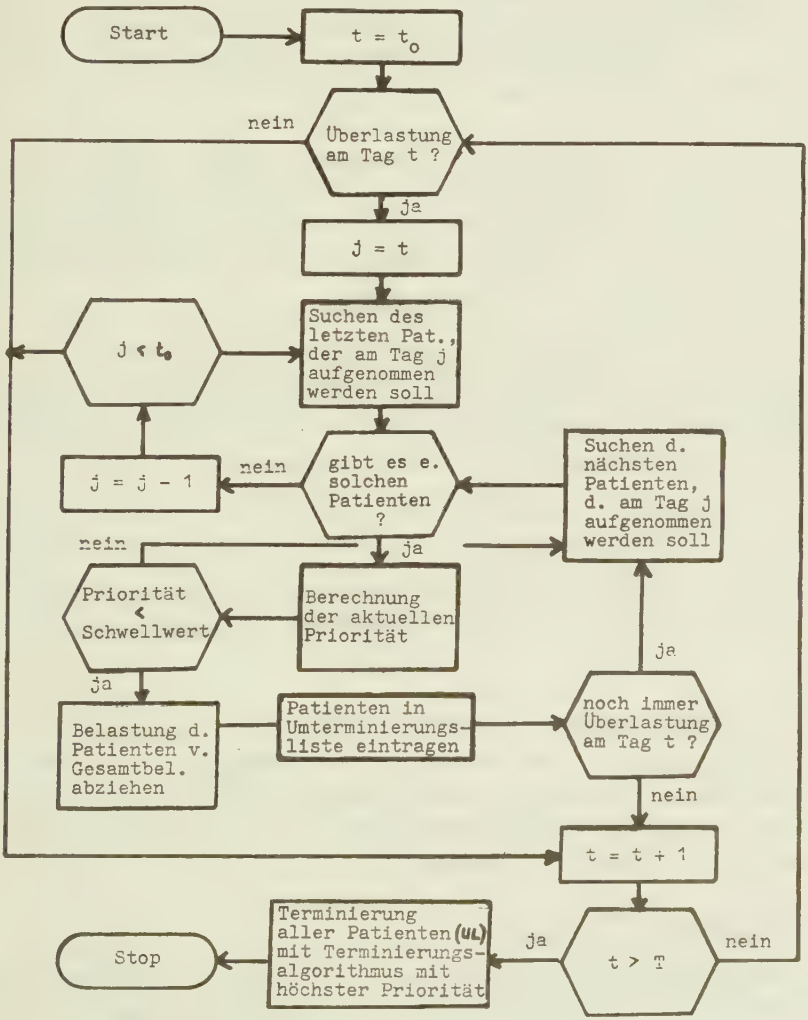
$$t_{auf} \geqslant t_o$$

In (5.41) sind m und n geeignete Gewichtungsfaktoren ($m,n \geqslant 0$).

Die Überprüfung jeder Station auf Überlastung kann dann wie folgt ablaufen:

Für jeden Tag des Planungszeitraums wird geprüft, ob eine Überlastung vorliegt. Unter den Patienten, die am Tag der Überlastung aufgenommen werden sollen, werden diejenigen ausgewählt, deren aktuelle Priorität einen Grenzwert nicht überschreitet. Diese Patienten werden in eine Liste eingetragen und die Belastung der Station wird um den Kapazitätsanspruch dieser Patienten vermindert. Sind auf diese Weise alle Patienten erfaßt worden, deren Umterminierung erforderlich und möglich ist, so werden für sie neue Aufnahmetermine gesucht. Dazu wird der Algorithmus Terminierung (Abschn. 5.9.6.) verwendet, wobei den Patienten höchste Anfangspriorität zugeordnet wird, um ihre Wartezeit nicht übermäßig zu verlängern. In Abb. 5.11.1./1 ist der Algorithmus zur Auswahl der Patienten dargestellt. Nach Rücksprache mit dem Patienten und dessen Einverständnis wird die endgültige Terminverschiebung durchgeführt.

Abb. 5.11.1./1	Algorithmus zur Auswahl der für eine Umterminierung vorzuschlagenden Patienten



Auf diese Weise werden Kapazitätsüberlastungen so weit wie möglich abgebaut.

5.11.2. Maßnahmen bei Kapazitätsunterschreitungen

Werden eingeplante Krankenhausaufenthalte einzelner Patienten abgesagt, so sind ungeplante schlechte Kapazitätsauslastungen die Folge. Solche Terminstornierungen treten meist dann auf, wenn sich Patienten gleichzeitig bei mehreren Krankenhäusern vormerken lassen. Nimmt der Patient dann den frühestmöglichen ihm angebotenen Aufnahmetermin wahr, so muß er bei der Aufnahme in das betreffende Krankenhaus die übrigen Reservierungen stornieren.

Die so entstehenden Belastungslücken wird der Terminierungsalgorithmus bei zukünftigen Anfragen berücksichtigen und neue Patienten entsprechend früher einplanen. Dadurch werden aber Patienten - u. U. auch solche mit hoher Priorität - benachteiligt, denen schon früher ein Termin zugewiesen worden ist.

Soll dies vermieden werden, so sind in entstandene Belastungslücken bereits vorgemerkte Patienten einzuplanen[1]. Da die Absagen meist kurzfristig erfolgen und der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Tag des Planungszeitraums und der entstandenen Lücke klein ist, kann nur die Aufnahme solcher Patienten vorgezogen werden, die damit einverstanden sind.

Deshalb müssen Wartelisteneinträge von Patienten, die eine kurzfristige Aufnahme akzeptieren würden, entsprechend gekennzeichnet werden.

Sagen nun Patienten ihren Klinikaufenthalt ab, so sind aus der Warteliste die möglichen Nachfolgepatienten auszusuchen und über die Möglichkeit einer früheren Aufnahme zu unterrichten. Der erste Patient, der sein Kommen verbindlich zusagt, wird dann anstelle des ausgefallenen Patienten aufgenommen.

5.12. Die Entscheidungsträger

In dem beschriebenen Modell zur Aufnahmeplanung sind eine ganze Reihe unabhängiger Variablen enthalten, die vor dem Einsatz oder während des Einsatzes des Modells festgelegt werden müssen.

---

1) siehe zu diesem Problem Lim/Uyeno/Vertinsky [1975]

Das Bestimmen der Werte dieser Variablen müssen geeignete Entscheidungsträger übernehmen. Wegen der unterschiedlichen Bedeutung dieser Parameter kann die Entscheidung über diese Variablen nicht von einer einzigen Stelle getroffen werden.

Variable , die Ergebnisse langfristiger strategischer Entscheidungen darstellen, wie z.B. zulässige Abweisungsquoten für Notfälle, der Grad der gewünschten Auslastung der Klinik usw., sind vom Krankenhausträger festzulegen.

Grenzwerte, die überwiegend die operative Ebene im Modell betreffen, wie Schwellwerte für die Veranlassung von Umterminierungen usw., sind von der Krankenhausverwaltung zu bestimmen.

Werte, die eine medizinische Beurteilung eines Sachverhaltes voraussetzen, wie z.B. die Dringlichkeit der Aufnahme eines Patienten, die geeignete Aufnahmestation, die Einweisungsdiagnose usw., sind von Ärzten oder anderem geeigneten, medizinisch geschulten Personal vorzugeben.

Schließlich sind noch systemtechnische Werte festzulegen, wie z.B. die Glättungsparameter im adaptiven Teil des Modells. Die Entscheidung über den Ansatz solcher Variablen muß Fachleuten mit speziellen Kenntnissen vorbehalten bleiben.

6. Die Realisierung des Modells mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung

Das vorstehend beschriebene Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten läßt sich in vollem Umfang nur mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage anwenden.

Aufgabe des EDV-Systems ist, den Entscheidungsprozeß "Planung der Aufnahme stationärer Patienten" durch ein Informationssystem zu unterstützen und ihn weitgehend zu automatisieren, ohne jedoch die Entscheidungsfreiheit des Planenden im Einzelfall zu beschränken.

Die zur Entscheidungsvorbereitung erforderlichen und die der Entscheidung folgenden Maßnahmen sollen durch die EDV-Unterstützung rationeller als bisher ablaufen. Das System soll auch dazu beitragen, daß der Entscheidungsprozeß - im Gegensatz zur manuellen Planung - transparent wird. Schließlich soll menschliche Arbeitskraft für diagnostische, therapeutische bzw. pflegerische Aufgaben freigesetzt werden.

Die Datenverarbeitungsanlage hat in diesem Zusammenhang zwei Hauptfunktionen zu erfüllen:

- Beschaffung, Verwaltung und Bereitstellung der für die Aufnahmeplanung erforderlichen Daten,
- Durchführung der notwendigen Rechenoperationen.

Ein EDV-gestütztes System zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten besteht deshalb aus einer Datenbank, in der die zur Planung notwendigen Daten abgespeichert sind, und aus einem Programmsystem, dessen Moduln die Rechen- und Datenbankoperationen vornehmen.

Die Möglichkeit zur Dialogverarbeitung ist unabdingbar, wenn die Flexibilität des einzusetzenden Modells voll ausgeschöpft werden soll.

Nachfolgend wird ein EDV-Konzept entwickelt, dessen Mittelpunkt das in Abschn. 5. beschriebene Planungsmodell bildet.

6.1. Der Systemvorschlag

6.1.1. Die Stellung der Aufnahmeplanung im Rahmen eines Krankenhausinformations- und steuerungssystems

Ein EDV-gestütztes System zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten muß als ein Teilsystem im Rahmen eines Krankenhausinformations- und -steuerungssystems aufgefaßt werden. Es muß deshalb ein Teilsystem sein, da eine Menge Daten benötigt werden, deren Erfassung ausschließlich zum Zweck der Aufnahmeplanung zu aufwendig wäre.

In Abb. 6.1.1./1 ist die Stellung der Teile eines Systems zur Aufnahmeplanung im Rahmen eines Krankenhausinformations- und steuerungssystems aufgezeigt.

Im Mittelpunkt des Systems stehen eine Reihe von Dateien, welche die für die Aufnahmeplanung relevanten Daten enthalten. In diesen Dateien sind die Daten über die verfügbaren Kapazitäten, über die Auslastung der Kapazitäten, über die Patienten sowie verschiedene statistische Daten abgespeichert.

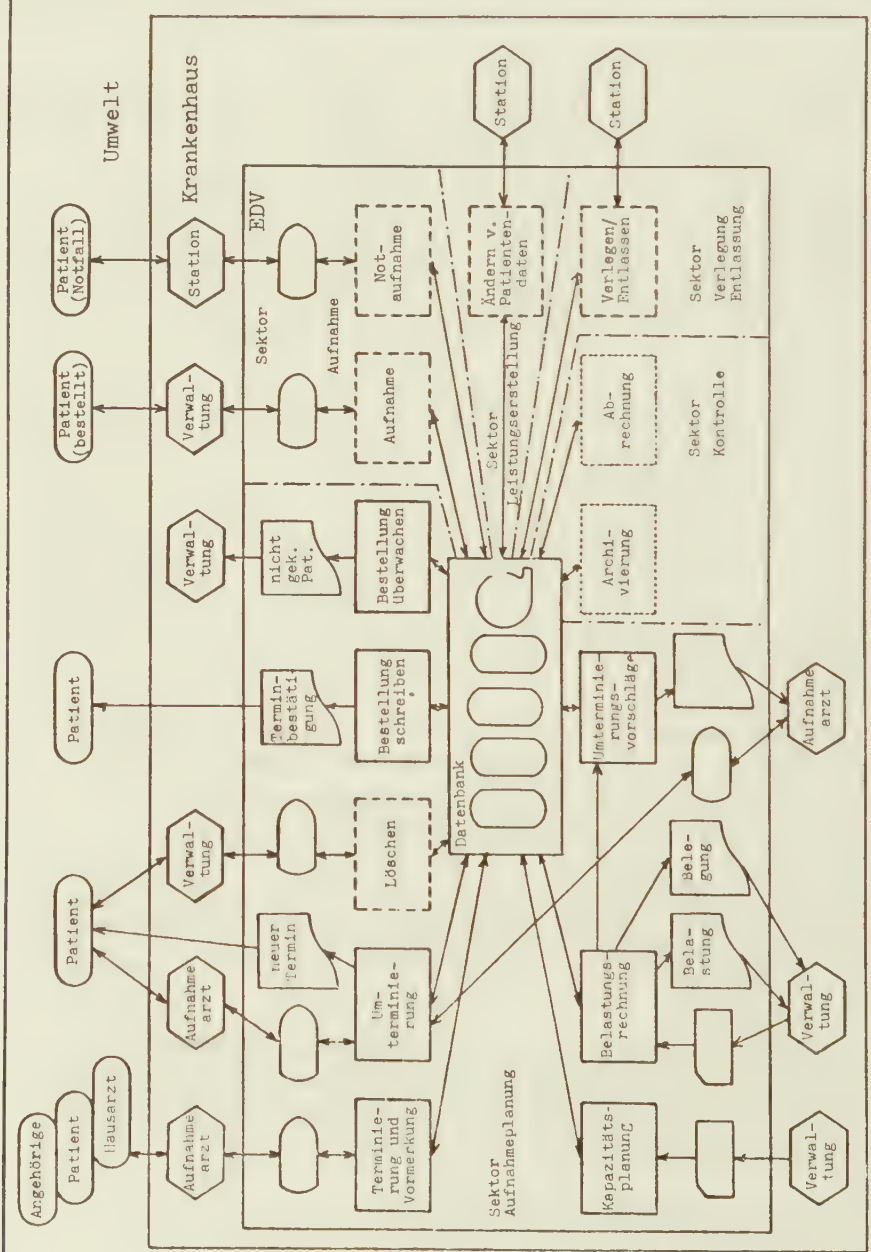
Auf diese Dateien greifen die Moduln des Programmsystems zu, das die Aufnahmeplanung durchführt. Die Moduln gehören zu verschiedenen Funktionsbereichen eines Krankenhausinformations- und -steuerungssystems. Diese Funktionsbereiche sind:

- Sektor Aufnahmeplanung
  Diesem Bereich sind die Moduln zugeordnet, welche die eigentliche Kapazitäts- und Terminplanung durchführen.

- Sektor Aufnahme
  Die Moduln dieses Aufgabengebiets führen alle Funktionen durch, die mit der Aufnahme eines Patienten zusammenhängen. Die Moduln dieses Sektors liefern vor allem die Daten für die Aufnahmeplanung. Entsprechendes gilt für den

- Sektor Leistungserstellung
  sowie für den

Abb. 6.1.1./1 Systemübersicht



- Sektor Verlegung und Entlassung
  Die Moduln dieser Bereiche stellen Daten für die Aufnahmeplanung zur Verfügung.

Andere Sektoren eines Krankenhausinformations- und -steuerungssystems können ebenfalls noch betroffen sein (z.B. Personal-(einsatz-)planung).

Soll die Patientenaufnahmeplanung in ein bestehendes EDV-System eingebaut werden, so sind die Moduln des Sektors Aufnahmeplanung neu aufzunehmen und die Moduln[1] der Sektoren Aufnahme, Leistungserstellung, Verlegung und Entlassung zu ergänzen. Die Datenbank muß um Statistik- und Belastungsdateien erweitert werden; andere bereits vorhandene Dateien, wie z.B. Patienten- und Kapazitätsdateien, sind ebenfalls zu ergänzen.

In der Abb. 6.1.1./1 sind neu aufzunehmende Systemkomponenten mit ——— gekennzeichnet, die zu ergänzenden mit — — — —.

6.1.2. Allgemeine Beschreibung des Systemvorschlags

Wird eine Anfrage nach einem Aufnahmetermin an das Krankenhaus herangetragen, sei es vom Patienten oder vom Hausarzt oder einer anderen Person, so erfragt der zuständige Planer die entscheidungsrelevanten Patientendaten. Mit diesen - mehr oder weniger vollständigen - Daten wendet er sich an das System. Mit Hilfe des Moduls Terminierung wird nun im Mensch-Maschine-Dialog ein Terminvorschlag ermittelt. Dazu werden die Kapazitäts- und Belastungsdaten herangezogen. Gibt das System einen von allen Beteiligten annehmbaren Vorschlag aus, so wird der Patient für diesen Termin vorgemerkt. Ist dies nicht der Fall, so kann nach Eingabe veränderter Daten die Suche fortgesetzt werden, bis schließlich ein Termin gefunden wird oder bis der Anfragende endgültig seine Anfrage zurückzieht. Eine dritte Möglichkeit ist, daß der planen-

---

1) die im folgenden genannten Moduln sind in den meisten bekannten EDV-Anwendungen in Krankenhäusern vorhanden.

de Arzt von sich aus einen Termin mit dem Anfragenden abspricht und diesen Termin, ohne Rücksicht auf die aktuelle Belastung, dem System als verbindlich eingibt. In diesem Fall weist das System auf mögliche Kapazitätsüberlastungen hin.

Die Vormerkung des Patienten wird in der Datenbank festgehalten. Diese Vorgänge laufen bei Bedarf ab, d.h. bei jeder Anfrage.

Im Zeitraum bis zur Aufnahme prüft das System routinemäßig, ob die vorgemerkten Patienten schon einmal in der Klinik waren, und stellt gegebenenfalls für den zukünftigen Klinikaufenthalt noch relevante Daten zur Verfügung.

Zu einem bestimmten Zeitpunkt vor der Aufnahme veranlaßt das System eine endgültige Terminbestätigung. Die Mitteilung kann bei Bedarf noch besondere Hinweise für den Patienten enthalten, wie z.B. Ort und Uhrzeit der Aufnahme, zweckmäßige Kleidungsstücke oder ähnliches.

Treffen Terminstornierungen ein oder werden Terminverschiebungen gewünscht, so werden die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet (Löschung, Umterminierung, Umterminierung anderer Patienten).

Wird der vorgemerkte Patient aufgenommen, so geschieht dies über die Aufnahmeprozedur, oder, falls der Patient inzwischen zum Notfall geworden sein sollte, über das Notaufnahmeverfahren. In beiden Fällen wird die Datenbank aktualisiert.

Erscheinen vorgemerkte Patienten nicht, so gibt das System entsprechende Hinweise an die Verwaltung aus.

Im Verlauf des Aufenthaltes des Patienten werden die Daten des Patienten stets auf den aktuellen Stand gebracht. Besonders wichtig sind solche Daten, die die Verweildauer des Patienten beeinflussen, wie z.B. neue und andere Diagnosen. Ebenso ist das Entlassungsdatum möglichst frühzeitig bekanntzugeben.

Wird der Patient verlegt bzw. entlassen, so müssen die entsprechenden Dateien ergänzt werden.

Ebenso routinemäßig wie die Überwachung der Ankunft vorgemerkter Patienten wird die Berechnung der aktuellen Belastung des Krankenhauses vorgenommen. Übermäßige Kapazitätsüberschreitungen werden so weit wie möglich durch Umterminierungen ausgeglichen. Erkennt das System im Verlauf der Belastungsberechnung wesentliche Parameteränderungen, so gibt es entsprechende Hinweise aus, damit gegebenenfalls eine neue Kapazitätsplanung vorgenommen werden kann.

6.1.3. Die Dateien der Datenbank

In den folgenden Abschnitten werden die Struktur und der Inhalt der benötigten Dateien erklärt. In den Dateibeschreibungen sind allerdings nur solche Dateiinhalte aufgeführt, die für die Planung der Aufnahme stationärer Patienten von Bedeutung sind.

Die Dateien sind zum Teil redundant; die Redundanz trägt aber dazu bei, die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Systems - vor allem im Dialogbetrieb - zu erhöhen.

6.1.3.1. Die Klinikdatei

Die Klinikdatei enthält zentrale Daten für die gesamte Klinik. Für jede Klinik eines Klinikums existiert je ein Satz. Die Sätze müssen gestreut oder index-sequentiell angeordnet sein.[1] Ordnungskriterium ist die Kliniknummer.

---

1) Diese sowie die meisten der nachfolgend beschriebenen Dateien sollten im direkten Zugriff stehen, um die Antwortzeiten des Systems möglichst klein zu halten.

Tabelle 6.1.3.1./1	Inhalt der Klinikdatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Kliniknummer
2	Klinikbezeichnung
	<u>Stationsdaten</u>
3	Stationsnummer (extern)) je Station
4	Verweisadresse zum Stationssatz (interne Stationsnummer)) je Station
	<u>Datum</u>
5	Aktuelles Tagesdatum
	<u>Statistikdaten</u>
6	Letzte fortlaufende Aufnahmenummer
7	Anzahl der Anfragen am aktuellen Tag
8	Anzahl der nicht erfolgreichen Anfragen
	<u>Verweisadressen zur Patientendatei</u>
9	erster freier Satz in Patientendatei
10	letzter freier Satz in Patientendatei

Für jede Station bzw. Leistungsstelle sind die externen Bezeichnungen gespeichert mit den systeminternen Verweisadressen.

Die statistischen Daten enthalten im wesentlichen Informationen über die Anzahl der Anfragen des aktuellen Tages sowie deren Ergebnis. Diese Daten werden täglich abgerufen und in einer Statistikdatei abgespeichert. Sie dienen der Ermittlung der Ankunftsverteilung von Anfragen.

Außerdem müssen in der Klinikdatei Verweisadressen zu den freien Sätzen der Patientendatei[1)] enthalten sein, sofern sie nicht in der Patientendatei selbst gespeichert sind.

---

1) Zur Struktur der Patientendatei siehe Abschn. 6.1.3.5.

6.1.3.2. Die Stationsdatei

Tabelle 6.1.3.2./1	Inhalt der Stationsdatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Stationsnummer
	<u>Stationsdaten</u>
2	Zimmeranzahl
3	Verweisadresse zum ersten Zimmersatz
4	Zulässiges Geschlecht der Patienten
5	Verweisadresse zur Ankunftsverteilung der Station
6	Verweisadresse zur Verweildauerverteilung der Station
7	Schwellwert für Umterminierungen
	<u>Statistikdaten</u>
8	Anzahl der noch vorgemerkten Patienten
9	Anzahl der noch anwesenden Patienten
10	Anzahl der entlassenen und noch nicht abgerechneten Patienten
11	Anzahl der Vormerkungen)
12	Anzahl der Aufnahmen vorgemerkter Patienten)
13	Anzahl der Aufnahmen nicht vorgemerkter Patienten) am aktuel-
14	Anzahl der Entlassungen) len Tag
15	Anzahl der abgehenden Verlegungen)
16	Anzahl der zugehenden Verlegungen)
17	Anzahl der stornierten Vormerkungen)
18	Anzahl der stornierten Aufnahmen)
19	Anzahl der Patienten pro Prioritätsklasse)
	<u>Verweisadressen zur Patientendatei</u>
20	erster vorgemerkter Patient
21	letzter vorgemerkter Patient
22	erster aufgenommener Patient
23	letzter aufgenommener Patient
24	erster entlassener und noch nicht abgerechneter Patient
25	letzter entlassener und noch nicht abgerechneter Patient

Die Stationsdatei enthält neben Identifikations- und statistischen Daten Verweisadressen zu verschiedenen Verteilungen, zu vorgemerkten, anwesenden und entlassenen Patienten sowie Angaben zum zulässigen Geschlecht der aufzunehmenden Patienten und den Schwellwert, der stationsspezifisch anzeigt, ab welcher Kapazitätsüberlastung Umterminierungen von Patienten vorgenommen werden sollen.

6.1.3.3. Die Belastungsdatei

Tabelle 6.1.3.3./1	Inhalt der Belastungsdatei	
Nr.	Feldinhalt	
	<u>Kapazitätsdaten</u>	pro Tag des Planungszeitraums
1	Notfallkapazität	
2	Nichtnotfallkapazität	
3	Belastungsgrad	
4	Wochentag bzw. Kennzeichen für Aufnahmesperre	
	<u>Belastungsdaten</u>	
5	Notfallbelastung	
6	Nichtnotfallbelastung	
7	Katastrophenbelastung	
	<u>Verweisadresse zur Patientendatei</u>	
8	letzter am Tag vorgemerkter Patient	

Die Belastungsdatei ergänzt die Stationsdatei. In ihr sind hauptsächlich die Angaben über verfügbare Kapazitäten und die kumulierten Kapazitätsansprüche der Patienten nach Stationen gespeichert.
Die Verweisadresse zum jeweils letzten am oder vor dem betreffenden Tag vorgemerkten Patienten ermöglicht eine gezielte Suche nach Patienten, die für eine Umterminierung vorgeschlagen werden können.

6.1.3.4. Die Kalenderdatei

Die Kalenderdatei ist eine Vormerkdatei, in die z.B. Kapazitätsänderungen eingetragen werden, die erst später wirksam werden sollen. Meist sind hier solche Informationen abgespeichert, die ab einem Zeitpunkt außerhalb des Planungshorizontes (siehe Belastungsdatei) Änderungen veranlassen.

Tabelle 6.1.3.4./1	Inhalt der Kalenderdatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Datum der Änderungen
2	Art der Änderungen
3	Status (erledigt/nicht erledigt)
	<u>Änderungsdaten</u> z.B. neue Kapazitätsdaten:
4	neue Notfallkapazität
5	neue Nichtnotfallkapazität
6	neuer Belastungsgrad (Auslastungsfaktor)
	z.B. neue Stationsdaten:
7	neue Zimmerzahl
8	neues zulässiges Geschlecht der Patienten
	.
	.
	.

6.1.3.5. Die Patientendatei

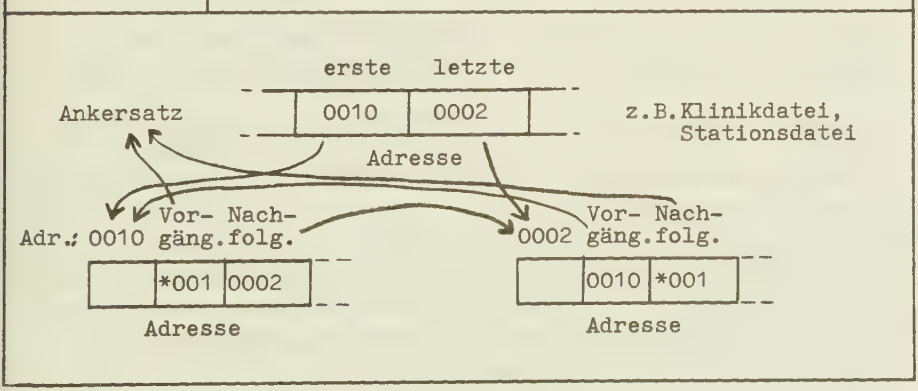
Die Patientendatei enthält die Daten vorgemerkter, anwesender und entlassener Patienten, soweit deren Aufenthalt noch nicht abgerechnet ist und die Daten noch nicht archiviert sind.

Tabelle 6.1.3.5./1	Inhalt der Patientendatei
Nr.	**Feldinhalt**
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Personenkennzeichen
2	Zuname, Vorname, Geburtsname
3	Adresse
4	Geburtsdatum
5	Geschlecht
6	Aufnahmenummer
	<u>Diagnosedaten</u>
7	Einweisungsdiagnose
8	Zwischen- bzw. Enddiagnose } mehrfach
9	Verweisadresse zu Diagnosesätzen } mehrfach
	<u>Planungsdaten</u>
10	Datum der Vormerkung
11	Aufnahmedatum - Soll
12	Aufnahmestation - Soll
13	Verweisadresse zur Aufnahmestation - Soll
14	Vormerkungspriorität
15	fortgeschriebene Priorität
16	Verweisadresse zur Verweildauerverteilung
17	Verweildauerschätzung (minimale, wahrscheinliche und maximale Verweildauer)
18	Kennzeichen für: Kurzfristige Aufnahme möglich
19	Verweisadresse zur Umterminierungsvorschlägedatei
20	Aufnahmedatum (letzte Station) als Ordnungskriterium für
21	Entlassungsdatum [Verkettung
22	Kennzeichen für Wiederaufnahme
23	Zeitraum bis zur Wiederaufnahme
	<u>Stationsdaten</u>
24	Stationsnummer } je Station
25	Aufnahmedatum } je Station
26	Entlassungsdatum } je Station
	<u>Verweisadressen zur Patientendatei</u>
27	Vorgängeradresse
28	Nachfolgeradresse

Die Patientendatei enthält neben den Identifikationsdaten des Patienten sowie den medizinischen Daten die Daten, die für die Planung erforderlich sind. Neben den Datumsangaben (Vormerkungs-, Aufnahme-, Verlegungs- und Entlassungsdatum) sind die Stationsangaben, die Hinweise zu den Verweildauern (Zeitschätzungen bzw. Verweisadresse zur entsprechenden Verweildauerverteilung) sowie die Prioritäten zu erwähnen. Hier ist auch das Kennzeichen abgespeichert, das die Patienten markiert, die mit einer kurzfristigen Aufnahme einverstanden sind.

Die Sätze der Datei sind gestreut gespeichert, das Ordnungskriterium ist die Patienten- bzw. Vormerknummer, die den Patienten bei der Aufnahme bzw. Vormerkung zugeteilt wird.
Zusätzlich sind die Sätze der Patienten einer Station, die vorgemerkt, aufgenommen bzw. entlassen worden sind, zu jeweils einer Kette zusammengefaßt. Die Sätze einer Stationskette sind nach dem Aufnahmedatum sortiert; die Ketten sind sowohl vorwärts als auch rückwärts verknüpft. Abb. 6.1.3.5./1 zeigt die Verkettungstechnik.

Abb. 6.1.3.5./1 Verkettung der Patientendatei



Die jeweiligen Anker befinden sich in folgenden Dateien (Tabelle 6.1.3.5./2):

Tabelle 6.1.3.5./2	Anker der Patientendatei
Typ des Patientensatzes	Anker in
unbenutzt	Klinikdatei
Patient vorgemerkt	Stationsdatei (Belastungsdatei)
Patient aufgenommen	Stationsdatei
Patient entlassen	Stationsdatei

Die Enden der Ketten sind mit * an der ersten Stelle der Adresse gekennzeichnet, die folgenden Zeichen geben die interne Adresse der Station (des Stationssatzes) an. Werden für eine spezielle Auswertung z.B. alle vorgemerkten Patienten einer Station benötigt, so geschieht dies wie folgt:

1. Zugriff: Klinikverzeichnis $\xrightarrow{\text{Kliniknummer}}$ Kliniksatz
2. Zugriff: Kliniksatz $\xrightarrow{\text{Stationsnummer}}$ Stationssatz
3. Zugriff: Stationssatz $\xrightarrow{\text{Ankeradresse}}$ ersten Patientensatz
4. Zugriff: Patientensatz $\xrightarrow{\text{Verweisadresse}}$ nächsten Patientensatz
   usw. bis Kettenende.

Die verkettete Anordnung der Sätze soll einen in Bezug auf verschiedene Suchkriterien möglichst einfachen Zugriff gewährleisten (z.B. Patientennummer, Patienten einer Station, Patienten einer Station ab einem bestimmten Aufnahmedatum).

Ist in einem schon bestehenden System die Patientendatei anders organisiert (meist index-sequentiell), so empfiehlt es sich, die oben beschriebene Datei getrennt von der vorhandenen aufzubauen. Die Sätze der neuen Datei sind mit den Sätzen der schon existierenden Datei mittels Verweisadressen zu verknüpfen.

6.1.3.6 Diagnosendatei

Die Diagnosendatei enthält für jede Klinik Informationen über Verweildauern bei bestimmten Diagnosen, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen und Geschlecht der Patienten, sowie Hinweise auf geeignete Stationen. Für jede Diagnose (-gruppe) existiert ein Satz; die Sätze sind index-sequentiell angeordnet. Ordnungskriterium ist die Diagnosenummer (KDS bzw. ICD[1]).

Tabelle 6.1.3.6./1	Inhalt der Diagnosendatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Diagnosenummer
2	Diagnosebezeichnung
3	Priorität
	<u>Verweildauerdaten</u>
4	Verweisadresse zum Verweildauersatz) je Geschlecht und Altersgruppe
	<u>Stationsdaten</u>
5	Übliche Einweisungsstation) je Geschlecht

Im Feld 3 ist die Priorität gespeichert, die bei der Terminierung des Patienten standardmäßig verwendet werden soll. Damit kann beispielsweise auch der Patientenmix für Forschungszwecke gesteuert werden. Die Verweildauerdaten enthalten die Verweisadressen zu den Verweildauersätzen, getrennt nach Geschlecht und Altersgruppen.

Zur Diagnosendatei ist ein Schlagwortverzeichnis[2] zu führen, mit dessen Hilfe die Diagnosenummern auf Grund verbaler Diagnosebeschreibungen ermittelt werden können.

---

1) Klinischer Diagnoseschlüssel bzw. International Classification of Diseases, siehe z. B. Immich [1966]

2) Diese Datei ist die invertierte Datei zur Diagnosendatei.

Tabelle 6.1.3.6./2	Inhalt des Schlagwortverzeichnisses

Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Schlagwort
2	Folgenummer
	<u>Diagnosenummern</u>
3	Diagnoseschlüssel

Diese Datei dient zur Unterstützung des planenden Arztes, da dieser zwar gängige, aber nicht alle Diagnoseschlüssel auswendig wissen wird.
Die Datei ist index-sequentiell aufgebaut, das Ordnungskriterium ist das Schlagwort.

Abb. 6.1.3.6./1	Auszug aus dem Schlagwortverzeichnis

DIAGNOSE	KDS
NIERE	71000
NIERE, INNERE VERLETZUNG	71231
NIERE, ZYSTE	71322
NIERE, ATRESIE	71324
NIERE, HYPOPLASIE	71326
NIERE, KARZINOM	71512
NIERE, STEIN	71721
NIERE, DEGENERATION	71766
NIERE, ATROPHIE	71767
NIERE, SENKUNG	71774
NIERE, NEKROSE	71791
NIERE, KRANKHEIT OHNE NAEHERE ANGABE	71811
NIERE, BLOCKADE	71831
NIERENBECKEN	72000

6.1.3.7. Statistikdateien

Die wichtigsten Statistikdateien sind

- Verweildauerverteilungsdatei
- Ankunftsverteilungsdatei (Notfallpatienten und Anfragen)
- Tagesstatistikdatei
- Übergangsmatrixdatei

Die Verweildauerverteilungsdatei enthält die fortgeschriebenen Verweildauerverteilungen. Die Anordnung ist gestreut.

Tabelle 6.1.3.7./1	Inhalt der Verweildauerverteilungsdatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Verteilungsnummer
	<u>Verteilung</u>
2	Verweildauerwahrscheinlichkeit)je Tag Verweildauer
3	Summe der Beobachtungen
4	Glättungsfaktor
5	Mittelwert
6	Varianz

Die Ankunftsverteilungsdatei ist entsprechend aufgebaut. Die Wahrscheinlichkeiten beziehen sich aber auf die möglichen Ankünfte pro Tag.

Die Übergangsmatrixdatei enthält die absoluten (oder relativen) Übergangsquoten für Notfälle von Station zu Station. Die Sätze sind gestreut angeordnet.

Tabelle 6.1.3.7./2	Inhalt der Übergangsmatrixdatei
Nr.	Feldinhalt
1	Anzahl der Patienten, die abgehend verlegt werden } je Station

In der Tagesstatistikdatei werden die täglichen statistischen Daten aus Klinikdatei, Stationsdatei usw. gesammelt.
Der Aufbau der Datei ist sequentiell.

Tabelle 6.1.3.7./3	Inhalt der Tagesstatistikdatei
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Klinik
2	Datum
	<u>Statistikdaten</u>
3	siehe Klinikdatei
4	siehe Stationsdatei) je Station
5	erforderliche Umterminierungen

6.1.3.8. Umterminierungsvorschlägedatei

Umterminierungsvorschläge, die das System bei Bedarf ermittelt, werden in dieser Datei zwischengespeichert, bis sie entweder endgültig angenommen oder verworfen werden.
Die Speicherungsform ist index-sequentiell. Ordnungskriterium ist eine interne Vorschlagsnummer.

Tabelle 6.1.3.8./1	Inhalt der Umterminierungsvorschlägedatei (1)
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Satztyp
2	Vorschlagsnummer
	<u>Umterminierungsvorschläge</u>
3	Verweisadresse zur Station
4	Patientennummer
5	Name
6	Geburtsdatum
7	Geplantes Aufnahmedatum
8	neues Aufnahmedatum

Für jede Station, für die Umterminierungsvorschläge gemacht werden, wird ein zusätzlicher Satz abgespeichert.

Tabelle 6.1.3.8./2	Inhalt der Umterminierungsvorschlägedatei (2)
Nr.	Feldinhalt
	<u>Identifikationsdaten</u>
1	Satztyp
	<u>Stationsdaten</u>
2	Anzahl der Tage mit wesentlichen Kapazitätsüberlastungen
3	Anzahl der Umterminierungsvorschläge
4	Anzahl der Tage mit wesentlichen Kapazitätsüberlastungen nach Umterminierung

6.1.4. Die Programme

Die Programme, die zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten eingesetzt werden, sind zum Teil Dialogprogramme und zum Teil Programme, die im Stapelbetrieb ablaufen können.

Dialogfähig müssen diejenigen Programme sein, die die Entscheidungsfindung direkt unterstützen wie Terminierung und Vormerkung. Dialogfähig sollten die Programme sein, die zu einer ständigen Aktualisierung der Datenbank beitragen. Aufnehmen, Verlegen, Entlassen sind z.B. solche Programmfunktionen. Alle übrigen Programme laufen periodisch im Stapelbetrieb.

Im Anschluß sollen die wichtigsten der Programme beschrieben werden.
In den Beschreibungen wurde auf die statistische Erfassung der einzelnen Vorgänge, die Datenprüfung sowie Datensicherung verzichtet.

Alle Programme müssen mit Sicherungsroutinen versehen sein, die ein unbefugtes Benutzen verhindern (Datenschutz).

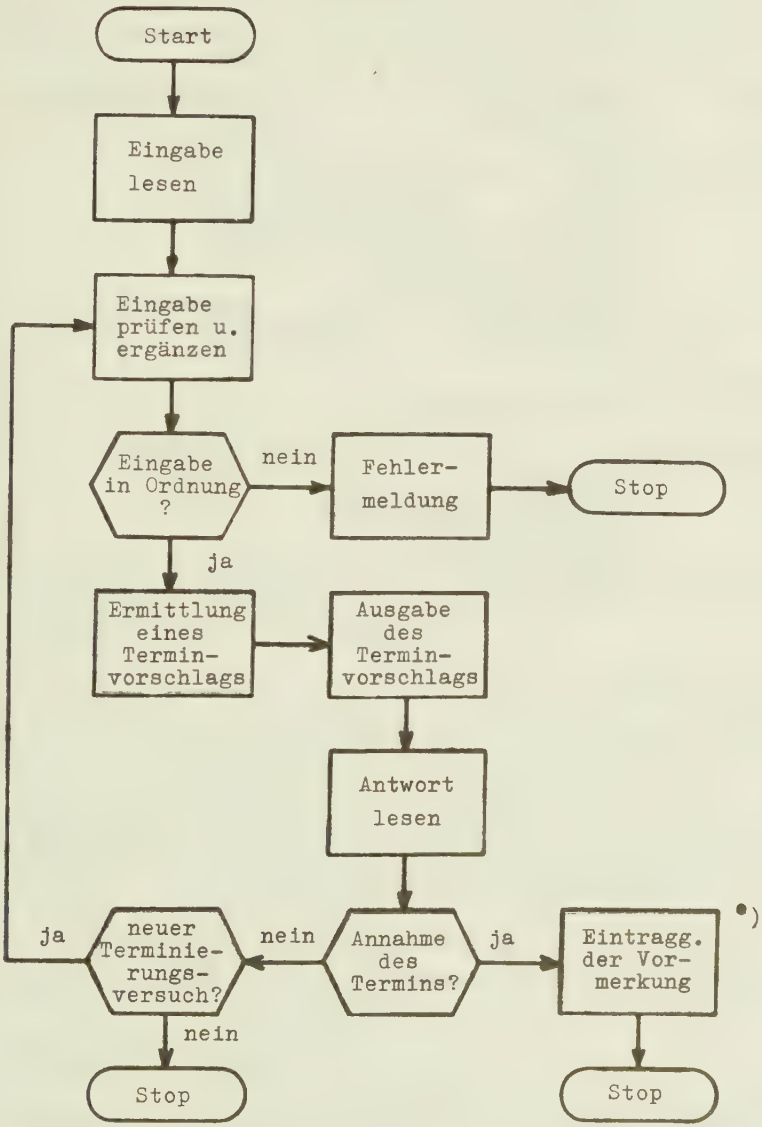
6.1.4.1. Terminierung

Aufgabe des Programms Terminierung ist die Ermittlung von Terminvorschlägen für die Aufnahme von Nichtnotfallpatienten.

Das Programm benötigt als Eingabe Patientendaten, den Status der Klinik und eventuelle Terminwünsche des Patienten. Fehlende Angaben werden, soweit möglich, durch Standardwerte ersetzt. Die Standardwerte stellen historische Daten aus der Klinik dar. Im Mittelpunkt des Programmes steht der Terminierungsalgorithmus, wie er in den Abschnitten 5.9.5 - 5.9.8 beschrieben ist.

Wird ein angegebener Terminvorschlag angenommen, so wird das Programm Eintragung der Vormerkung angestoßen; dort werden die Patientendaten und das Aufnahmedatum erfaßt.
Ist der Termin nicht annehmbar oder ist die Eingabe fehlerhaft, so kann die Terminsuche mit neuen Parametern fortgesetzt werden. Am Ende nicht erfolgreiche Terminierungen werden vom System registriert (Ankunftsrate der Anfragen!).

Abb. 6.1.4.1./1 Ablaufdiagramm für Terminierung



*) mittels des Programms Eintragung der Vormerkung (siehe Abschn. 6.1.4.3.)

Tabelle 6.1.4.1./1	Programm Terminierung

Aufgabe: Ermittlung von Terminvorschlägen für Nichtnotfallpatienten

wichtigste Eingaben[1]:
- Klinik
- Station
- Geschlecht des Patienten
- Alter des Patienten
- Einweisungsdiagnose
- Verweildauerschätzung
- Priorität
- Terminwunsch

wichtigste Ausgabe[1]:
- Terminvorschläge

benötigte Dateien:
- Klinikdatei
- Stationsdatei
- Belastungsdatei
- Diagnosendatei
- Verweildauerndatei

6.1.4.2. Vormerkung

Sind Terminierungsversuche mit Hilfe des Programms nicht erfolgreich, z.B. auf Grund der aktuellen Belastung, so kann eine Vormerkung zu einem bestimmten Termin erzwungen werden. Das Programm Vormerkung gibt in diesen Fällen nur einen Hinweis auf mögliche Kapazitätsüberlastungen aus. Die Eintragung der Vormerkung durch das entsprechende Programm wird veranlaßt.

---

1) Hier werden nur Dialog-Ein-Ausgaben aufgeführt

Tabelle 6.1.4.2./1	Programm Vormerkung

Aufgabe: Überprüfungen von Aufnahmetermineingaben auf mögliche Kapazitätsüberschreitungen

wichtigste Eingaben:
Klinik
Station
Geschlecht des Patienten
Alter des Patienten
Einweisungsdiagnose
Aufnahmetermin
Verweildauerschätzung

wichtigste Ausgabe:
Kapazitätsüberschreitungen bei Vormerkung des Patienten für den eingegebenen Termin

benötigte Dateien:
wie Programm Terminierung

6.1.4.3. Eintragung der Vormerkung

Durch das Programm Eintragung der Vormerkung wird die Vormerkung eines Patienten endgültig in die Belastungsdatei eingetragen. Die Patientendatei wird aktualisiert.

Das Programm übernimmt Patientendaten und Planungsdaten aus den Programmen Terminierung und Vormerkung. Noch fehlende Patientendaten werden angefordert.

Tabelle 6.1.4.3./1	Programm Eintragung der Vormerkung

Aufgabe: Registrierung der Vormerkung eines Patienten in den Dateien

wichtigste Eingaben:
wie Programm Vormerkung

wichtigste Ausgabe:
Bestätigung der Eintragung

benötigte Dateien:
Patientendatei, sonst wie Programm Vormerkung

6.1.4.4. Stornierung

Aufgabe des Programms Stornierung ist das Löschen von Einträgen falsch oder doppelt erfaßter Patienten in der Patientendatei. Die Belastungsdatei wird berichtigt. Werden Vormerkungen gelöscht und entstehen dadurch Belastungslücken, so wird die Patientendatei nach Patienten durchsucht, die für Eilbestellungen in Frage kommen. Ein passender Patient wird ausgesucht und dem Planer vorgeschlagen.
Umterminierungsvorschläge können mit dem Programm Umterminierung (siehe Abschnitt 6.1.4.13) angenommen werden.

Tabelle 6.1.4.4./1	Programm Stornierung
Aufgabe:	Löschen falscher Aufnahmen Löschen von Vormerkungen, Veranlassen von Eileinbestellung
wichtigste Eingaben:	Klinik Patientennummer
wichtigste Ausgaben:	Löschungsbestätigung Vorschlag für Eileinbestellung
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Patientendatei Verweildauerdatei

6.1.4.5. Aufnahme

Die Hauptaufgabe des Programms Aufnahme ist das Registrieren der Aufnahme eines Patienten. Dabei müssen noch solche Daten erfaßt werden, die dem System z.B. aus einer Vormerkung noch nicht bekannt sind.
Für Notfallaufnahmen kann vorübergehend auf eine umfangreiche Datenerhebung verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, daß die fehlenden Daten nacherhoben werden.

Tabelle 6.1.4.5./1	Programm Aufnahme

Aufgabe: Eingabe von Patientendaten in das System

wichtigste Eingaben:
Klinik
Station
Geschlecht des Patienten
Patientennummer

wichtigste Ausgabe:
Aufnahmebestätigung

benötigte Dateien:
Klinikdatei
Stationsdatei
Belastungsdatei
Verweildauerdatei
Patientendatei

6.1.4.6. Ergänzen von Patientendaten

Änderungen und Ergänzungen (z.B. neue Diagnosen und/oder neue Verweildauerschätzungen), die Einfluß auf die zukünftige Verweildauer haben können, müssen bei Bedarf eingegeben werden. Die neuen Daten werden dann beim nächsten Lauf der Belastungsrechnung (Abschnitt 6.1.4.11) berücksichtigt.

Tabelle 6.1.4.6./1	Ergänzen von Patientendaten

Aufgabe: Aktualisieren von Patientendaten

wichtigste Eingaben:
Klinik
Patientennummer
neue Diagnose
neue Verweildauerschätzung

wichtigste Ausgabe:
Bestätigung der Änderungen

benötigte Dateien:
Klinikdatei
Patientendatei

6.1.4.7. Verlegen

Aufgabe des Programms Verlegen ist das Festhalten von Daten, die sich auf Grund der Verlegung eines Patienten ändern. In der Hauptsache sind dies das Datum der Verlegung sowie die neue Stationsnummer.
Außerdem wird eine Berichtigung der Belastungsdatei vorgenommen.

Tabelle 6.1.4.7./1	Programm Verlegen
Aufgabe:	Registrierung der Verlegung eines Patienten
wichtigste Eingaben:	Klinik Patientennummer neue Station Datum der Verlegung
wichtigste Ausgabe:	Bestätigung der Verlegung
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Patientendatei

6.1.4.8. Entlassen

Mit dem Programm Entlassen wird das Entlassungsdatum eines Patienten registriert. Je früher das Entlassungsdatum dem System bekanntgegeben wird, desto sicherer wird die Planung der zukünftigen Belastung der betroffenen Station. Ist der Entlassungstermin dem System bekannt, so wird die Belastung der Station durch den Patienten auf Grund einer Ein-Punkt-Verteilung vorgenommen (deterministische Planung, siehe Abschnitt 5.9.3.). Ist eine Wiedereinbestellung des Patienten (z. B. zur Überwachung) notwendig, so kann der Zeitraum bis zur gewünschten Wiederaufnahme eingegeben werden.
Ist bei einer Vormerkung der Entlassung das Entlassungsdatum erreicht, so wird der Patientensatz aus der Stationskette für anwesende Patienten entfernt und in die Kette der entlassenen und noch nicht abgerechneten Patienten eingefügt. Ist eine Wiedereinbestellung erforderlich, so wird der Wiederaufnahmetermin mit Hilfe des Algorith-

mus Terminierung ermittelt. Dem Patienten wird dabei die höchste Prioritätsstufe zugeordnet, um eine Einhaltung des Wunschtermins sicherzustellen.

Tabelle 6.1.4.8./1	Programm Entlassen
Aufgabe:	Registrierung der Entlassung eines Patienten, Veranlassen der Wiedereinbestellung
wichtigste Eingaben:	Klinik Patientennummer Datum der Entlassung Zeit bis zur Wiedereinbestellung
wichtigste Ausgabe:	Bestätigung der Entlassung
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Patientendatei

6.1.4.9. Bestellung

Die nachfolgend beschriebenen Programme (Bestellung,...) laufen routinemäßig (z.B. täglich) und können zu einem einzigen Programm zusammengefaßt werden, um die Anzahl der Dateizugriffe zu verringern. Der Übersichtlichkeit halber werden sie aber einzeln beschrieben. Aus Gründen der Betriebssicherheit ist ein sequentieller Einsatz jedoch vorzuziehen. Das Programm Bestellung dient dazu, dem vorgemerkten Patienten eine endgültige Terminbestätigung auszuschreiben. Das Ausdrucken dieser Bestätigung erfolgt zu einem Zeitpunkt, der einen vorgegebenen Abstand zum Aufnahmetermin hat, z.B. 14 Tage.

Tabelle 6.1.4.9./1	Programm Bestellung
Aufgabe:	Ausgabe der endgültigen Terminbestätigung an Patienten
wichtigste Eingaben:[1]	-
wichtigste Ausgaben[2]:	Benachrichtigung der Patienten Liste der benachrichtigten Patienten
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Patientendatei

6.1.4.10. Bestellungsüberwachung

Das Programm Bestellungsüberwachung prüft, ob die vorgemerkten Patienten die Aufnahmetermine auch wahrnehmen. Routinemäßig wird eine Liste der nicht erschienenen Patienten ausgegeben. Dadurch hat die Verwaltung die Möglichkeit, den Ursachen der Verzögerung frühzeitig nachzugehen. Vormerkungen von Patienten, die mit Sicherheit nicht mehr kommen, können mit dem Programm Stornierung gelöscht werden.

Tabelle 6.1.4.10./1	Programm Bestellungsüberwachung
Aufgabe:	Überwachung, ob Aufnahmetermine wahrgenommen werden
wichtigste Eingaben:	-
wichtigste Ausgabe:	Liste der nicht erschienenen Patienten
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Patientendatei

1) nur Lochkarteneingabe

2) nur Druckerausgabe

6.1.4.11. Belastungsrechnung

Aufgaben des Programms Belastungsrechnung sind

1. die Aktualisierung der Kapazitätsdaten und
2. die Berechnung der Belastung der Stationen.

Die Kapazitätsdaten der Belastungsdatei (vgl. Abschn. 6.1.3.3.) werden um die Differenz zwischen dem aktuellen Datum und dem Datum des letzten Programmlaufs verschoben (in der Regel wird das ein Tag sein). Die dann am Ende des Planungszeitraums fehlenden Daten werden ergänzt und gegebenenfalls durch Änderungsdaten aus der Kalenderdatei (vgl. Abschn. 6.1.3.4.) vervollständigt.
Die Berechnung der Belastung der Stationen durch vorgemerkte und anwesende Patienten erfolgt darauf gemäß Abschnitt 5.9.2. Im Rahmen der Verarbeitung der Patientendatei werden Vormerklisten, Belegungslisten (Mitternachtsstand!) mit Hinweisen auf außergewöhnlich lange Liegezeiten ausgegeben. Eine Kapazitäts- und Belastungsübersicht vervollständigt die Informationen für die Verwaltung.

Tabelle 6.1.4.11./1	Programm Belastungsrechnung
Aufgabe:	Aktualisieren der Kapazitätsdaten Berechnung der Belastung
wichtigste Eingaben:	–
wichtigste Ausgaben:	Vormerklisten Belegungslisten Hinweise auf außergewöhnlich lange Verweildauer Kapazitätsübersicht Belastungsübersicht Hinweise auf signifikante Änderung von Modellparametern
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Kalenderdatei Verweildauerdatei Patientendatei

6.1.4.12. Umterminierungsvorschläge

Ergibt sich im Verlauf der Belastungsrechnung, daß die Kapazitäten nicht plangemäß ausgelastet sind, so wird in diesem Programm versucht, Über- und Unterbelastungen, soweit sie ein gewisses Maß überschreiten, durch Umterminierung von Patienten auszugleichen.
Im Falle von Belastungslücken wird versucht, mit Eilbestellungen (vgl. Abschn. 5.11.2) diese Lücken auszugleichen.
Bei Kapazitätsüberschreitungen werden mögliche Terminverschiebungen ermittelt (vgl. Abschn. 5.11.1.)

Es wird eine Liste mit den Patienten ausgegeben, die für Umterminierungen in Frage kommen. Diese Umterminierungsvorschläge müssen mit dem Programm Umterminierung ausdrücklich angenommen werden, ehe man sie fest einplant.

Tabelle 6.1.4.12./1	Programm Umterminierungsvorschläge
Aufgabe:	Berechnung und Ausgabe von Umterminierungsvorschlägen bei Kapazitätsüberlastungen bzw. Kapazitätslücken
wichtigste Eingaben:	–
wichtigste Ausgaben:	Umterminierungsvorschläge
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Verweildauerdatei Patientendatei Umterminierungsvorschlägedatei

6.1.4.13. Umterminierung

Tabelle 6.1.4.13./1	Programm Umterminierung
Aufgabe:	Registrierung von Umterminierungen Ausgabe von Benachrichtigungen an Patienten
wichtigste Eingabe:	Umterminierungsannahmen
wichtigste Ausgaben:	Bestätigung der Umterminierung Mitteilung an den Patienten
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Belastungsdatei Patientendatei Umterminierungsvorschlägedatei

Aufgabe des Programms Umterminierung ist die Verarbeitung der Annahme von Umterminierungsvorschlägen, die das vorstehend beschriebene Programm erstellt.
Die Umterminierungsvorschläge, die in der Umterminierungsvorschlägedatei enthalten sind, werden vom Planenden entweder angenommen oder abgelehnt. Die Annahme bewirkt, daß die Patienten-, Stations- und Belastungsdateien entsprechend geändert werden. Das Programm veranlaßt die Ausgabe entsprechender Mitteilungen an den Patienten und an die Verwaltung.
Ist das Programm dialogfähig, so kann der Entscheidungsträger eigene Umterminierungen eingeben. Die Ermittlung der neuen Termine kann in diesem Fall mit dem Programm Terminierung ohne anschließende Vormerkung erfolgen.
Angenommene Umterminierungsvorschläge werden in der Umterminierungsvorschlägedatei gekennzeichnet. Der Inhalt der Umterminierungsvorschlägedatei wird erst bei einem neuen Lauf des Programms Umterminierungsvorschläge gelöscht.

6.1.4.14. Wiedereinbestellung

Tabelle 6.1.4.14./1	Programm Wiedereinbestellung
Aufgabe:	Terminierung von wiedereinzubestellenden Patienten
wichtigste Eingaben:	Gewünschter Zeitraum bis zur Wiederaufnahme
wichtigste Ausgaben:	Wiedereinbestelltermine
benötigte Dateien:	wie Programm Terminierung

Das Programm Wiedereinbestellung bewirkt die automatische Terminierung und Vormerkung von Patienten, die bei der Entlassung entsprechend gekennzeichnet wurden. Vgl. dazu die Abschnitte 6.1.4.1., 6.1.4.2., 6.1.4.8.

6.1.4.15. Kapazitätsplanung

Tabelle 6.1.4.15./1	Programm Kapazitätsplanung
Aufgabe:	Berechnung der erforderlichen Notfallkapazitäten
wichtigste Eingaben:	Ankunftsraten der Notfälle Abfertigungsraten der Notfälle Gesamtkapazität der Stationen maximale Wahrscheinlichkeiten für Notfallkapazitätsüberschreitungen
wichtigste Ausgabe:	Notfallkapazitäten
benötigte Dateien:	Klinikdatei Stationsdatei Kalenderdatei

Mit Hilfe des Programms Kapazitätsplanung erfolgt die Berechnung der Notfallkapazitäten. Dieses Programm ist entweder ein Programm zur analytischen Berechnung von Warteschlangensystemen (vgl. Abschnitt 5.8.) oder ein Simulationsprogramm, wie es unter 6.2.4. beschrieben ist.

Das Programm Kapazitätsplanung wird dann gerechnet, wenn das Programm Belastungsrechnung einen entsprechenden Hinweis auf signifikante Änderungen von Modellparametern ausgibt (vgl. dazu Abschnitt 5.10, insbes. 5.10.2.).

6.1.4.16. Sonstige Programme

Zusätzlich zu den bisher beschriebenen Programmen sind Programme erforderlich, die die Statistikdateien mit Hilfe der in der Klinik- bzw. Stationsdatei gesammelten statistischen Werte täglich aktualisiert (vgl. dazu Abschnitt 5.10., insbes. 5.10.1.). Werden vorgegebene Grenzwerte überschritten, so sind Hinweise auszugeben.

Außerdem müssen Programme bereitgestellt werden, mit deren Hilfe die Dateien angelegt, geändert, erweitert und abgefragt werden können.

Programme zur Datensicherung sind einzusetzen; insbesondere ist dafür Sorge zu tragen, daß Programmläufe und Dateiänderungen registriert werden.

6.2. Das realisierte Planungssystem

Der vorgestellten Konzeption entsprechend wurde auf der Rechenanlage CD 3300/MASTER der Universität Erlangen-Nürnberg ein Programmsystem mit den erforderlichen Dateien implementiert.

Da ein Anschluß einer Klinik an das Rechenzentrum aus finanziellen und organisatorischen Gründen nicht möglich war, wurde ein Simulationsprogramm entwickelt, das die für das Planungssystem notwendigen Eingabedaten erzeugt und somit die für die Aufnahmeplanung erforderliche Umwelt simuliert.

Beide Programmsysteme (Aufnahmeplanung und Simulation der Umwelt) arbeiten sowohl im Stapel- als auch im Dialogbetrieb. Als Dialogstationen können Fernschreiber oder CRT-Geräte verwendet werden.

Die realisierten Systemkomponenten sind aus den Abb. 6.2./1 und 6.2./2 zu entnehmen. Zusätzlich wurde ein Informationssystem entwickelt, das es gestattet, den Inhalt der einzelnen Dateien abzufragen.

Die Quellenprogramme liegen auf ca. 14 000 Lochkarten vor. Wegen des Umfanges der Programme muß hier auf eine ausführliche Dokumentation verzichtet werden. Die Programmlisten befinden sich in einem gesonderten Band dieser Arbeit.

6.2.1. Die Datenbank

Der Aufbau der Datenbank ist Abb. 6.2./2 zu entnehmen. Da an das System mehrere Kliniken angeschlossen werden können, ist eine Strukturierung der Datenbank in mindestens zwei Ebenen erforderlich, wenn die Dateien der Kliniken unabhängig sein sollen.

Auf der Ebene des Gesamtsystems (Klinikum) sind die Klinikdatei sowie einige spezielle Systemdateien, auf der Ebene Klinik sind die übrigen Dateien angeordnet.

In der Tabelle 6.2.1./1 sind die Dateikurzbezeichnungen und die Dateiinhalte gegenübergestellt.

Abb. 6.2./1 Realisierte Systemkomponenten

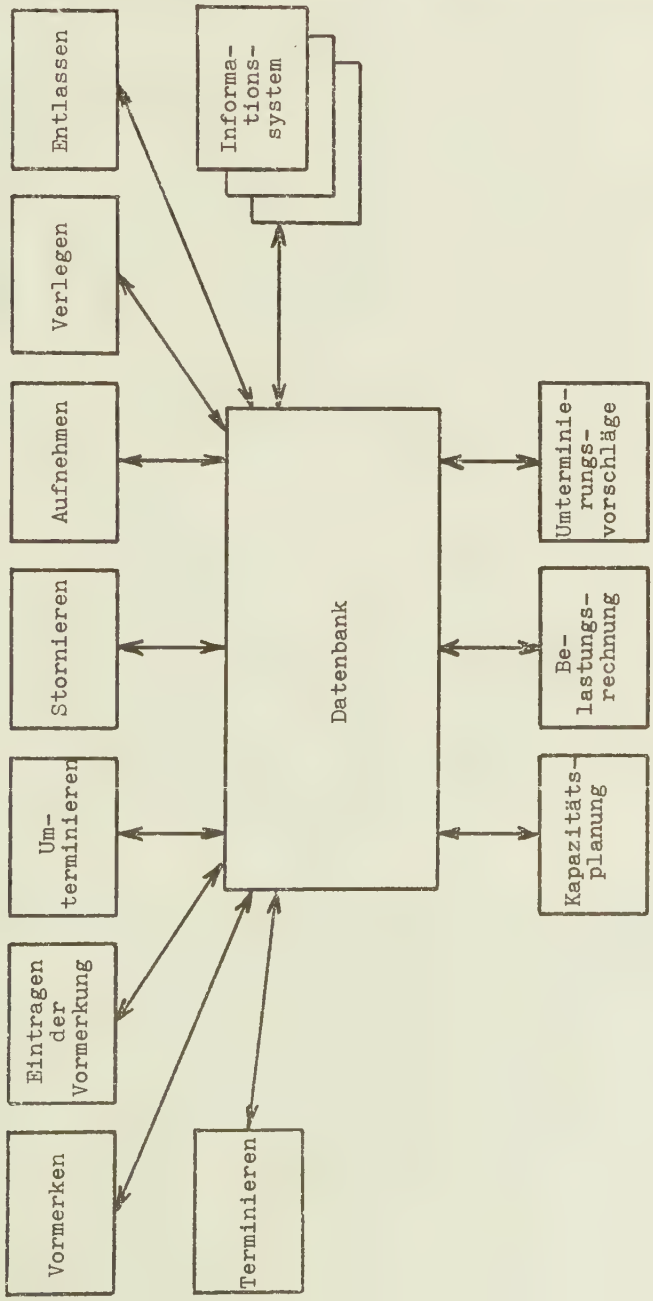


Abb. 6.2./2 Struktur der Datenbank

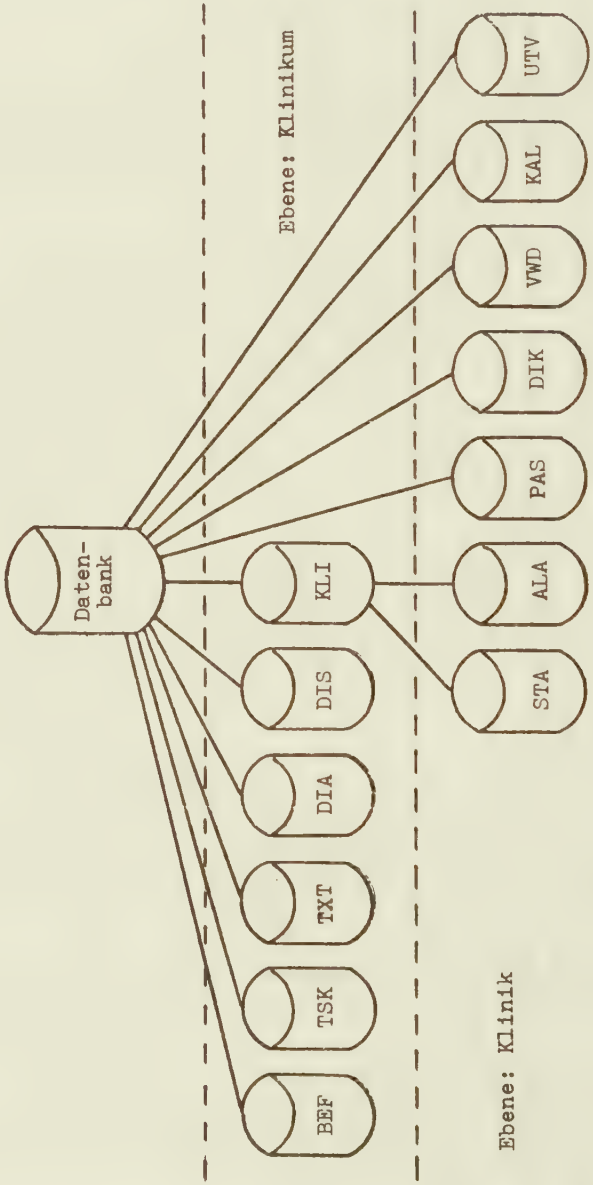


Tabelle 6.2.1./1	Dateienübersicht
Kurzbezeichnung	Inhalt der Datei
BEF TSK	Befehls- und Taskverzeichnis
TXT	Texte für Dialogsystem
DIS DIA	Schlagwortverzeichnis bzw. KDS-Verzeichnis zur Diagnosendatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.6.)
KLI	Klinikdatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.1.)
STA	Stationsdatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.2.)
ALA	Belastungsdatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.3.)
PAS	Patientendatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.5.)
DIK	Diagnosendatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.6.)
VWD	Verweildauerverteilungsdatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.7.)
KAL	Kalenderdatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.4.)
UTV	Umterminierungsvorschlägedatei (vgl. Abschnitt 6.1.3.8.)

6.2.2. Das Dialogsystem

6.2.2.1. Der Aufbau des Systems

Das Dialogsystem ist modular aufgebaut. Die Moduln sind in einer Dialogprogrammbibliothek zusammengefaßt; dort sind sie in ablauffähiger Form abgespeichert.

Wird das Dialogsystem geladen, so wird zunächst der Steuermodul initiiert. Das System begrüßt den Benutzer und erwartet die erste Befehlseingabe (Abb. 6.2.2.1./1).

Der eingegebene Befehl wird an einen Befehlserkennungsmodul weitergegeben. Dort wird geprüft, ob der Befehl im Befehlsverzeichnis enthalten ist. Ist das der Fall, so wird die Beschreibung des entsprechenden Moduls an die Steuertask übergeben. Diese lädt die verlangte Task und stößt ihre Ausführung an.

War der Befehl jedoch unbekannt, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben (Abb. 6.2.2.2.1./2).

Abb. 6.2.2.1./1	Begrüßungsbild

```
AUSGABE = ***************************************************
          *                                                 *
          *HIER IST DAS                                     *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          * KRANKENHAUS-INFORMATIONS- UND STEUERUNGS-SYSTEM *
          *                                                 *
          *                  ** K I S S **                  *
          *                    VERSION E4                   *
          *                                                 *
          *       DER UNIVERSITAET ERLANGEN-NUERNBERG       *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE IHREN ERSTEN BEFEHL              *
          *ODER <HILFE> EIN.                                *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS01*
```

Hat die aufgerufene Task ihre Funktion beendet, so wird die Ablaufsteuerung an den Steuermodul zurückgegeben. Davon wird eine Ausnahme gemacht, wenn die gerade aktive Task den neuen Befehl selbst verarbeiten kann.

Alle Tasks sind, mit Ausnahme der Bildschirm- Ein-Ausgabe-Routine, in ANS-COBOL programmiert, und, soweit erforderlich, mit einer Overlay-Struktur versehen. Durch diese Strukturierung gelang es, das umfangreiche System auf ca. 55 qp[1] Kernspeicherbedarf zu beschränken. Sämtliche Texte, die ausgegeben werden können, sind zeilenweise in einer gemeinsamen Textdatei gespeichert.

Das Dialogprogrammsystem hat also folgenden Aufbau (Abb. 6.2.2.1./3):

---

1) 1 quarterpage (qp) = 512 Wörter à 24 bit

Abb. 6.2.2.1./2	Antwort bei falscher Befehlseingabe

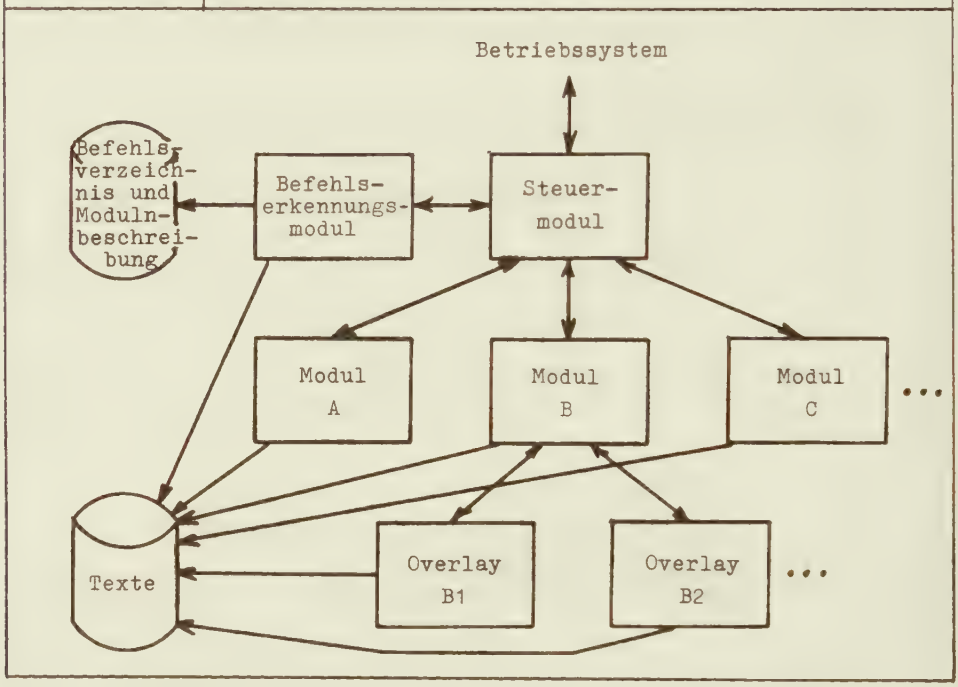
```
EINGABE = D

AUSGABE = ***************************************************
          *D                                                *
          *                                                 *
          *SIE HABEN EINEN UNBEKANNTEN BEFEHL EINGEGEBEN.   *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *HINWEIS:                                         *
          *--------                                         *
          *SIE KOENNEN SICH UEBER DEN BEFEHLSVORRAT DES     *
          *SYSTEMS INFORMIEREN LASSEN.                      *
          *GEBEN SIE DAZU DEN BEFEHL <HILFE> EIN.           *
          ***************************************************DS02*
```

Die Steuerung des Systems durch die Anwender erfolgt hauptsächlich über Befehle der Form befehl,parameter1,...,parameter n. Der Vorteil dieser Dialogtechnik ist, daß der Dialog sehr schnell ablaufen kann. Die gewählte Dialogform belastet einerseits das EDV-System gering, da die Anzahl der zu übertragenden Bildschirminhalte minimal ist[1]. Dies wirkt sich auf die gesamte Arbeitsgeschwindigkeit und auf die Antwortzeiten des Systems positiv aus. Zum andern braucht der Benutzer nur wenige Zeichen einzutippen und in der Regel nur einen Bildschirminhalt an das System abzuschicken, um eine Systemfunktion auszulösen und eine gestellte Aufgabe vom System bearbeiten zu lassen. Dadurch

1) im Gegensatz z. B. zur Menü-Technik (siehe hierzu Martin [1973]).

Abb. 6.2.2.1./3 Aufbau des Dialogprogrammsystems



wird die Wahrscheinlichkeit der Annahme des Systems durch die Benutzer erhöht, da die Anwender ihre - oft nur vermeintlich - knappe Zeit nicht mit langwierigen Dialogen vergeuden müssen. Der Nachteil dieser Dialogform, daß mnemotechnische Befehle und die Reihenfolge der Parameter vergessen werden können, wiegt weniger, da nur ein begrenzter und geschulter Benutzerkreis mit dem System arbeiten soll. Außerdem steht eine umfangreiche HILFE-Funktion (Abschn. 6.2.2.7.) zur Verfügung, über die der Anwender jederzeit Auskunft über die einzelnen Funktionen des Systems erhalten kann. Schließlich kann für die Benutzer neben einem ausführlichen Handbuch eine Kurzbeschreibung der Befehle bereitgestellt werden.

Soll das vorliegende Programmsystem in ein anderes, schon bestehendes System integriert werden, so ist es selbstverständlich möglich, die Form des Dialogs an die dort angewandte Technik anzupassen, damit der Dialog für die Benutzer einheitlich ablaufen kann. In diesem Fall müßten nur die Ein-Ausgabe-Moduln modifiziert werden.

Tabelle 6.2.2.1./1		Befehlsverzeichnis des Dialogsystems	
Befehl	Kurz-form	Funktion	Task-name
AUFNEHMEN	AN	Patienten aufnehmen	DS05
AUSLASTUNG	AL	Belastung einer Station ausgeben	DS12
BELEGUNG	BL	Belegung einer Station ausgeben	DS13
DIAGNOSEN	DG	Texte f.e. Diagnoseschlüssel ausg.	DS09
ENDE		Dialog beenden	DS01
ENTLASSEN	EL	Patienten entlassen	DS08
HILFE	HF	Befehle erläutern	DS04
KDATEN	KD	Daten einer Klinik ausgeben	DS24
KDS		Klinischen Diagnoseschlüssel ausg.	DS10
LOESCHEN	LS	Patienteneintrag löschen	DS16
NAUSLASTG	NAL	Belastung e. Klinik berechnen	DS18
NDATUM	ND	Neues Datum eingeben (Aktualisierung der Kapazitätsangaben der Belastungsdatei)	DS17
NVORMERKG	NV	Vormerkung eines Patienten ändern	DS21
PDATEN	PD	Daten eines Patienten ausgeben	DS11
SDATEN	SD	Daten einer Station ausgeben	DS23
TERMIN	TM	Aufnahmetermin ermitteln	DS06
UTV		Umterminierungsvorschläge ausgeben	DS20
VERLEGEN	VL	Patienten in andere Station verlegen	DS15
VERTEILUNG	VT	Verweildauerverteilungen ausgeben	DS03
VORMERKEN	VM	Patienten vormerken	DS22
WARTELISTE	WL	Vormerkungen einer Station ausgeben	DS14
*DS07		Vormerkung eines Patienten eintragen	DS07
*DS19		Umterminierungsvorschläge ermitteln	DS19
*LOG		Bildschirmausgabe protokollieren	DS02
*NOLOG		Bildschirmausgabe nicht mehr protok.	DS02
*LKE		Lochkarteneingabe	DS02
*CRT		Bildschirmeingabe	DS02

Die Befehle müssen in die erste Bildschirmzeile eingetippt werden. Die Verwendung von Leerzeichen an beliebigen Stellen der Eingabe ist freigestellt.

Befehle, die mit * beginnen, sind nicht zum allgemeinen Gebrauch vorgesehen.
Nachfolgend werden die Befehle in alphabetischer Reihenfolge beschrieben.

6.2.2.2. Der Befehl AUFNAHME

Die Eingabe des Befehls bewirkt die Ausführung des Moduls Aufnahme (siehe Abschnitt 6.1.4.5.).

Tabelle 6.2.2.2./1	Befehl AUFNAHME	
Format:	{ AUFNAHME / AN }, p1,..., p4	
Parameter	Format[1]	Bedeutung[2]
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	X	Geschlecht des Patienten
p4	X-X-NNNN	Patientennummer für vorgemerkte Patienten

Soll ein nicht angemeldeter Patient aufgenommen werden, so sind die Parameter 1-3 anzugeben. Ist der Patient vorgemerkt, so sind die Parameter 1 und 4 notwendig.

Nach Eingabe des Befehls beginnt ein Aufnahmedialog, in dessen Verlauf (noch) fehlende Patientendaten erfaßt werden. Der Dialog endet mit der Vergabe einer fortlaufenden Aufnahmenummer und, bei nicht vorgemerkten Patienten, einer Patientennummer.

---

1) Bedeutung der Formatzeichen:
   X = alphanumerisches Zeichen
   N = numerisches Zeichen
   TT.MM.JJ = Datumsangabe: TT = Tag, MM = Monat, JJ = Jahr } jeweils 2stellig numerisch
   (n) = Wiederholungsfaktor

2) Eine vollständige Beschreibung des Systemverhaltens beim Weglassen einzelner Parameter sowie der Fehlermeldungen würde den Rahmen der Arbeit sprengen.

Abb. 6.2.2.2./1	Aufnahme eines nicht vorgemerkten Patienten

```
[illegible] = [illegible],7,13,

[illegible] = ***************************************************
              *                                                 *
              *                    ^                            *
              *[illegible] DES PATIENTEN                         *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *                                                 *
              *************************************************DS05*
```

Abb. 6.2.2.2./2	Aufnahme eines vorgemerkten Patienten

```
EINGABE = AN,7,,,V-7-0016

AUSGABE = ***************************************************
          *AN,7,    ,,V-7-0016                                *
          *                                                   *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN VORMERK-NUMMER SIND DIE      *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT:         *
          *                                                   *
          *HUBER                                              *
          *WILHELMINE                                         *
          *04.05.06                                           *
          *                                                   *
          *SOLL DIESER PATIENT AUFGENOMMEN WERDEN,            *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                           *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.                *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *                                                   *
          *************************************************DS05*
```

Abb. 6.2.2.2./3	Ende des Aufnahmedialogs

```
*****************************************************
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*****************************************************
```

Das Zeichen ^ in der zweiten Zeile des Ausgabebildes in Abb. 6.2.2.2./1 zeigt an, wieviele Stellen bei der Eingabe des verlangten Datums akzeptiert werden.

6.2.2.3. Der Befehl AUSLASTUNG

Mit dem Befehl AUSLASTUNG können die aktuellen Kapazitäts- und Belastungsdaten einer Station abgefragt werden.

Tabelle 6.2.2.3./1	Befehl AUSLASTUNG	
Format:	{ AUSLASTUNG / AL }, p1,..., p4	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	TT.MM.JJ	Ausgabe ab diesem Tag
p4	X	Ausgabeart: T=tabellarisch G=graphisch

Abb. 6.2.2.3./1	Tabellarische Ausgabe der Kapazitäts- und Belastungsdaten einer Station

```
EINGABE = AUSLASTUNG,7,13

AUSGABE = ***************************************************
          *AUSLASTUNG,7,13                                  *
          *                                                 *
          *MEDIZINISCHE KLINIK            AUSLASTG. STAT. 13 *
          *                                                 *
          *DATUM  WT   GK    GB    PK    PB    NK    NB   AF *
          *                                                 *
          *03.02. DI   6.00  5.00  5.00  4.00  1.00  1.00 80%*
          *04.02. MI   6.00  4.80  5.00  3.84  1.00  0.96 80%*
          *05.02. DO   6.00  5.60  5.00  4.68  1.00  0.92 80%*
          *06.02. FR   6.00  5.36  5.00  4.48  1.00  0.88 80%*
          *07.02. SA   6.00  5.13  ****  4.28  1.00  0.85 80%*
          *08.02. SO   6.00  4.85  ****  4.05  1.00  0.80 80%*
          *09.02. MO   6.00  4.51  5.00  3.77  1.00  0.74 80%*
          *10.02. DI   6.00  4.18  5.00  3.50  1.00  0.68 80%*
          *11.02. MI   6.00  3.78  5.00  3.17  1.00  0.61 80%*
          *12.02. DO   6.00  3.40  5.00  2.85  1.00  0.55 80%*
          *13.02. FR   6.00  3.04  5.00  2.55  1.00  0.49 80%*
          *14.02. SA   6.00  2.68  ****  2.25  1.00  0.43 80%*
          *                                                 *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.         *
          ***************************************************DS12*
```

Tabelle 6.2.2.3./2	Erläuterungen zu Abb. 6.2.2.3./1

WT	=	Wochentag
GK	=	gesamte Kapazität der Station
GB	=	Erwartungswert der gesamten Belastung der Station
PK	=	Kapazität für Nichtnotfallpatienten
PB	=	Erwartungswert der Belastung durch Nichtnotfall-patienten
NK	=	Kapazität für Notfallpatienten
NB	=	Erwartungswert der Belastung durch Notfallpatienten
AF	=	Auslastungsfaktor (siehe Abschn. 5.9.7.)
****	=	keine Aufnahme von Nichtnotfallpatienten zulässig

Abb. 6.2.2.3./2	Graphische Ausgabe der Kapazitäts- und Belastungsdaten einer Station

```
EINGABE = AL,7,13,,G

AUSGABE = ***************************************************
          *AL,7,13,03.02.76,G                                *
          *                                                  *
          *        0    5   10   15   20   25   30   35   40 *
          *        +----+----+----+----+----+----+----+----+ *
          *03.02. I@@@@:@I                                   *
          *04.02. I@@@8:@I                                   *
          *05.02. I@@@@79I                                   *
          *06.02. I@@@@59I                                   *
          *07.02. I@@@@39I                                   *
          *08.02. I@@@@18I                                   *
          *09.02. I@@@8:7I                                   *
          *10.02. I@@@5:7I                                   *
          *11.02. I@@@2:6I                                   *
          *12.02. I@@9 :6I                                   *
          *13.02. I@@6 :5I                                   *
          *14.02. I@@3 :4I                                   *
          *15.02. I@@  :4I                                   *
          *16.02. I@7  :3I                                   *
          *                                                  *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.          *
          ***************************************************DS12*
```

Das Zeichen @ erscheint am Bildschirm als ■.

Abb. 6.2.2.3./3	Erläuterungen zu Abb. 6.2.2.3./2

```
                    0    5   10   15
Datum              +----+----+----+-
          03,02. I@@@@:@I
          04,02. I@@@8:@I
          05,02. I@@@@79I
          06,02. I@@@@59I
          07,02. I@@@@39I
          08,02. I@@@@18I
          09,02. I@@@8:7I
          10,02. I@@@5:7I
          11,02. I@@@2:6I
          12,02. I@@9 :6I
          13,02. I@@6 :5I
          14,02. I@@3 :4I
          15,02. I@@  :4I
          16,02. I@7  :3I
```

Erwartungswert der Belastung durch Nichtnotfallpatienten (am 16. 2.: 1.7)

Erwartungswert der Belastung durch Notfallpatienten (am 16. 2.: 0.3)

Grenze zwischen Notfall- und Nichtnotfallkapazität

6.2.2.4. Der Befehl BELEGUNG

Mit BELEGUNG kann eine Liste der anwesenden Patienten angefordert werden.

Tabelle 6.2.2.4./1	Befehl BELEGUNG	
Format:	{ Belegung / BL }, p1,...,p4	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	TT.MM.JJ	Erstes Aufnahmedatum
p4	TT.MM.JJ	Letztes Aufnahmedatum

Fehlt p3, so wird p3 = 01.01.00,
fehlt p4, so wird p3 = 31.12.99 angenommen.

Abb. 6.2.2.4./1 — Anwesenheitsliste

```
EINGABE = BELEGUNG,7,13

AUSGABE = ***************************************************
          *BELEGUNG,7,13                                    *
          *                                                 *
          *MEDIZINISCHE KLINIK                              *
          *LISTE DER PATIENTEN IN STATION 13                *
          *                                                 *
          *NAME                G-DATUM  P-NUMMER A-DATUM    *
          *                                                 *
          *MAYER               02.03.08 P-7-0003 19.11.75   *
          *KARGL               01.02.03 P-7-0004 19.11.75   *
          *KUPFERL             02.03.08 P-7-0005 19.11.75   *
          *JODL                01.02.03 P-7-0006 19.11.75   *
          *SCHMIDT             02.03.08 P-7-0007 19.11.75   *
          *GANS                04.05.47 P-7-0008 19.11.75   *
          *SCHUSTER            02.03.08 P-7-0009 19.11.75   *
          *                                                 *
          *ENDE DER LISTE:  INSGESAMT 07 PATIENTEN          *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS13*
```

6.2.2.5. Der Befehl DIAGNOSEN

Mit dem Befehl DIAGNOSEN kann die Ausgabe des Klartextes für den Klinischen Diagnoseschlüssel (KDS) von Immich [1966] verlangt werden, der für die Kennzeichnung der Diagnosen verwendet wird.

Tabelle 6.2.2.5./1	Befehl DIAGNOSEN	
Format:	(DIAGNOSEN) (DG), p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X(5)	KDS von Immich

Abb. 6.2.2.5./1	Klinischer Diagnoseschlüssel von Immich

```
EINGABE = DIAGNOSEN,6

AUSGABE = ***************************************************
          *DIAGNOSEN,6                                      *
          *                                                 *
          *KDS    DIAGNOSE                                  *
          *                                                 *
          *60000 BAUCH ALS GANZES                           *
          *60231 BAUCH, OFFENE WUNDE                        *
          *60243 BAUCH, KONTUSION                           *
          *60461 FETTBAUCH                                  *
          *60811 BAUCH, KOLIK                               *
          *60813 BAUCH, SCHMERZ                             *
          *61000 BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES                 *
          *61231 BAUCHORGANE, MEHRERE VERLETZUNGEN          *
          *61367 MESENTERIALARTERIE, THROMBOSE              *
          *61371 MESENTERIALVENE, THROMBOSE                 *
          *61513 PERITONEUM, KARZINOSE                      *
          *61593 GEKROESE, NEUBILDUNG UNBEKANNTEN CHARAKTERS *
          *61611 PERITONITIS                                *
          *61711 HERNIA INGUINALIS OHNE EINKLEMMUNG         *
          *                                                 *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.         *
          ***************************************DS09*
```

6.2.2.6. Der Befehl ENTLASSEN

Mit dem Befehl ENTLASSEN wird der Modul Entlassen (vgl. Abschnitt 6.1.4.8.) aktiviert.

Tabelle 6.2.2.6./1	Befehl ENTLASSEN	
Format:	{ ENTLASSEN } { EL }, p1,p2	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X-X-NNNN	Patientennummer
p2	TT.MM.JJ	Entlassungsdatum

Wird ein Entlassungsdatum angegeben, das nicht dem aktuellen Tagesdatum entspricht, so wird die Entlassung vorgemerkt.
Fehlt die Datumsangabe, so wird das Tagesdatum angenommen, und die Entlassung wird in die Dateien eingetragen.

Abb. 6.2.2.6./1 — Vormerkung der Entlassung (1)

```
EINGABE = EL,P-7-0014,10.02.76

AUSGABE = ***************************************************
          *EL,P-7-0014,10.02.76                             *
          *                                                 *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN PATIENTEN-NUMMER SIND DIE  *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT:       *
          *                                                 *
          *KUPFERL                                          *
          *SUSI                                             *
          *03.04.45                                         *
          *                                                 *
          *SOLL DIESER PATIENT ENTLASSEN WERDEN,            *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************************
```

Abb. 6.2.2.6./2	Vormerkung der Entlassung (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ************************************************
          *EL,P-7-0014,10.02.76                          *
          *                                              *
          *DIE ENTLASSUNG DES PATIENTEN WURDE VORGEMERKT. *
          *                                              *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.      *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          ************************************************DS08*
```

Abb. 6.2.2.6./3	Entlassung (1)

```
EINGABE = EL,P-7-0009

AUSGABE = ************************************************
          *EL,P-7-0009                                   *
          *                                              *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN PATIENTEN-NUMMER SIND DIE *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT:     *
          *                                              *
          *SCHUSTER                                       *
          *BRUNHILDE                                      *
          *02.03.08                                       *
          *                                              *
          *SOLL DIESER PATIENT ENTLASSEN WERDEN,          *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                       *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.            *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          *                                              *
          ************************************************DS08*
```

Abb. 6.2.2.6./4	Entlassung (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***************************************************
          *EL,P-7-0009                                      *
          *                                                 *
          *DER PATIENT WURDE ENTLASSEN.                     *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.        *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *************************************************DS08*
```

6.2.2.7 Der Befehl HILFE

Mit diesem Befehl kann die Liste der verfügbaren Befehle bzw. der Parameter der Befehle angefordert werden.

Tabb. 6.2.2.7./1	Befehl HILFE	
Format:	{ HILFE / HF }, p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X(10)	zu erläuternder Befehl

Wird p1 nicht angegeben, so wird die Befehlsliste ausgegeben.

Abb. 6.2.2.7./1	Befehlsliste

```
EINGABE = HILFE

AUSGABE = ***************************************************
          *HILFE                                            *
          *                                                 *
          *LISTE DER VERFUEGBAREN BEFEHLE:                  *
          *                                                 *
          *          AUFNEHMEN            AUSLASTUNG        *
          *          BELEGUNG             DIAGNOSEN         *
          *          ENDE                 ENTLASSEN         *
          *          HILFE                KDATEN            *
          *          KDS                  LOESCHEN          *
          *          NAUSLASTG            NDATUM            *
          *          NVORMERKG            PDATEN            *
          *          SDATEN               TERMIN            *
          *          UTV                  VERLEGEN          *
          *          VERTEILUNG           VORMERKEN         *
          *          WARTELISTE                             *
          *                                                 *
          *WOLLEN SIE SICH UEBER EINEN BEFEHL INFORMIEREN   *
          *LASSEN, SO GEBEN SIE <HILFE,P1> EIN, WOBEI P1    *
          *DER GEWUENSCHTE BEFEHL IST.                      *
          *                                                 *
          ***************************************DS04*
```

Abb. 6.2.2.7./2	Erläuterung eines Befehls

```
EINGABE = HF,TERMIN

AUSGABE = ***************************************************
          *HF,TERMIN                                        *
          *                                                 *
          *GESUCHTER BEFEHL:                                *
          *                                                 *
          *TERMIN = AUFNAHME-TERMIN ERMITTELN                *
          *                                                 *
          *FORMAT: TERMIN,P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8,P9,P10,P11 *
          *                                                 *
          *P1: X         NUMMER DER KLINIK                   *
          *P2: XXX       NUMMER DER STATION                  *
          *P3: X         GESCHLECHT DES PATIENTEN            *
          *P4: TT.MM.JJ  GEBURTSDATUM DES PATIENTEN          *
          *P5: NNNNN     EINWEISUNGSDIAGNOSE (KDS)           *
          *P6: N         PRIORITAET DES PATIENTEN            *
          *P7: XX        AUFNAHME AN DIESEM WOCHENTAG ERW.   *
          *P8: TT.MM.JJ  AUFNAHME AB DIESEM TAG ERWUENSCHT   *
          *P9:  NN       WAHRSCH. VERWEILDAUER (IN TAGEN)    *
          *P10: NN       MINIMALE VERWEILDAUER (IN TAGEN)    *
          *P11: NN       MAXIMALE VERWEILDAUER (IN TAGEN)    *
          *                                                 *
          ***************************************DS04*
```

6.2.2.8. Der Befehl KDATEN

Mit KDATEN kann ein Teil der Klinikdatei abgefragt werden, insbesondere das aktuelle Systemdatum.

Tabelle 6.2.2.8./1	Befehl KDATEN	
Format:	{ KDATEN } , p1 { KD }	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer

Abb. 6.2.2.8./1 Klinikdaten

```
EINGABE = KDATEN,7

AUSGABE = ***************************************************
          *KDATEN,7                                         *
          *                                                 *
          *MEDIZINISCHE KLINIK                              *
          *                                                 *
          *DATUM:     14.01.76                              *
          *                                                 *
          *STATIONEN:                                       *
          *                                                 *
          *    11        12        13        14        21   *
          *    23        24        25        31        32   *
          *    41        42        43                       *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************************DS24*
```

6.2.2.9. Der Befehl KDS

Für eingegebene Stichwörter können mögliche KDS gesucht werden.

Tabelle 6.2.2.9./1	Befehl KDS	
Format:	KDS, p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X(30)	Stichwort

Abb. 6.2.2.9./1	Klinischer Diagnoseschlüssel

```
EINGABE = KDS,LEBER

AUSGABE = ***************************************************
          *KDS,LEBER                                        *
          *                                                 *
          *DIAGNOSE                                     KDS *
          *                                                 *
          *LEBER                                        66000*
          *LEBER, STAUUNGSHYPERAEMIE INFOLGE HERZKRANKH 65375*
          *LEBER, SIDEROSE                              65451*
          *LEBER, KARZINOM, PRIMAERES                   66513*
          *LEBER, METASTASE IN DER                      66547*
          *LEBER, GUTARTIGE NEUBILDUNG                  66551*
          *LEBER, VERFETTUNG                            66721*
          *LEBER, ZIRRHOSE                              65731*
          *LEBER, VERGROESSERUNG                        66771*
          *LEBER, FUNKTIONSSTOERUNG                     66811*
          *LEBERPARENCHYM, SCHAEDIGUNG                  66813*
          *                                                 *
          *ENDE, BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.  *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS10*
```

6.2.2.10. Der Befehl LOESCHEN

Der Modul, der durch den Befehl LOESCHEN aktiviert wird, entspricht dem Programm Stornierung (vgl. Abschn. 6.1.4.4.). Eilbestellungen sind noch nicht möglich.

Tabelle 6.2.2.10./1	Befehl LOESCHEN	
Format:	{ LOESCHEN / LS }, p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X-X-NNNN	Patientennummer

Abb. 6.2.2.10./1 — Löschung eines Patienteneintrags (1)

```
EINGABE = LS,P-7-0004

AUSGABE = ***************************************************
          *LS,P-7-0004                                      *
          *                                                 *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN PATIENTEN-NUMMER SIND DIE  *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT:       *
          *                                                 *
          *KARGL                                            *
          *HELGA                                            *
          *01.02.03                                         *
          *                                                 *
          *SOLLEN DIE EINTRAGUNGEN DIESES PATIENTEN         *
          *GELOESCHT WERDEN,                                *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS16*
```

Abb. 6.2.2.10./2	Löschung eines Patienteneintrags (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***************************************************
          *LS,P-7-0004                                      *
          *                                                 *
          *DIE EINTRAGUNGEN DES PATIENTEN WURDEN GELOESCHT.  *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.         *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS16*
```

6.2.2.11. Der Befehl NAUSLASTG

Der Modul, der mit NAUSLASTG aufgerufen wird, ist eine Dialogversion des Programms Belastungsrechnung (2.Teil), vgl. dazu Abschn. 6.1.4.11. und 6.2.3. Dieses umfangreiche Programm wurde geteilt, um beim Dialog Arbeitsspeicher zu sparen.

Tabelle 6.2.2.11./1	Befehl NAUSLASTG	
Format:	{ NAUSLASTG / NAL }, p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer

6.2.2.12. Der Befehl NDATUM

Der Modul, der NDATUM verarbeitet, ist wie der vorhergehende eine Dialogversion des Programms
Belastungsrechnung (1. Teil).
Siehe auch hierzu Abschn. 6.1.4.11. und 6.2.3.

Tabelle 6.2.2.12./1	Befehl NDATUM	
Format:	{ NDATUM / ND } , p1, p2	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	TT.MM.JJ	Neues aktuelles Datum

6.2.2.13. Der Befehl NVORMERKG

Die Eingabe des Befehls NVORMERKG veranlaßt die Ausführung des Moduls Umterminierung (Abschn. 6.1.4.13.)

Tabelle 6.2.2.13./1	Befehl NVORMERKG	
Format:	{ NVORMERKG / NV }, p1,...p3	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X-X-NNNN	Patientennummer
p2	X(3)	neue Station
p3	TT.MM.JJ	neues Aufnahmedatum

Abb. 6.2.2.13./1	Umterminierung (1)

```
EINGABE = NVORMERKG,V-7-0016,14,10.02.76

AUSGABE = ***************************************************
          *NVORMERKG,V-7-0016,14,10.02.76                   *
          *                                                 *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN PATIENTEN-NUMMER SIND DIE  *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT!       *
          *                                                 *
          *HUBER                                            *
          *WILHELMINE                                       *
          *04.05.06                                         *
          *                                                 *
          *SOLL DIESER PATIENT VERLEGT WERDEN,              *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS21*
```

Abb. 6.2.2.13./2	Umterminierung (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***************************************************
          *NVORMERKG,V-7-0016,14,10.02.76                   *
          *                                                 *
          *DIE VORMERKUNG DES PATIENTEN WURDE GEAENDERT.    *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.        *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS21*
```

6.2.2.14. Der Befehl PDATEN

Mit PDATEN kann die Ausgabe von Patientendaten angefordert werden.

Tabelle 6.2.2.14./1	Befehl PDATEN	
Format:	{ PDATEN / PD }, p1, p2	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X-X-NNNN	Patientennummer
p2	XX	Datenart: SD=Stammdaten ST=Stationsdaten

Abb. 6.2.2.14./1 Ausgabe von Patientendaten (1)

```
EINGABE = PDATEN,V-7-0016,SD

AUSGABE = ***********************************************
          *PDATEN,V-7-0016,SD                           *
          *                                             *
          *ZUNAME:              HUBER                  *
          *VORNAME:             WILHELMINE             *
          *GEBURTSDATUM:        04.05.06               *
          *                                             *
          *   DIE UEBRIGEN STAMMDATEN DES PATIENTEN:    *
          *                                             *
          *GEBURTSNAME:         HUBER                  *
          *FAMILIENSTAND:       L                      *
          *KONFESSION:          K                      *
          *NATIONALITAET:       D                      *
          *ADRESSE:        8500 NUERNBERG              *
          *                     KEINESTR.              *
          *TELEFON:                                    *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************DS11*
```

Abb. 6.2.2.14./2	Ausgabe von Patientendaten (2)

```
EINGABE = PDATEN,P-7-0003,ST

AUSGABE = ***********************************************
          *PDATEN,P-7-0003,ST                           *
          *                                             *
          *ZUNAME:              MAYER                   *
          *VORNAME:             LOUISE                  *
          *GEBURTSDATUM:        02.03.08                *
          *                                             *
          *       DIE STATIONSDATEN DES PATIENTEN:      *
          *                                             *
          *KLINIK:        MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION(EN):                                 *
          *VOM 19.11.75 BIS 01.02.76 IN STAT. 13  (74 TAGE)  *
          *AB  01.02.76              IN STAT. 11  ( 9 TAGE)  *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************************DS11*
```

Abb. 6.2.2.14./3	Ausgabe von Patientendaten (3)

```
EINGABE = PD,V-7-0016,ST
AUSGABE = ***********************************************
          *PD,V-7-0016,ST                               *
          *                                             *
          *ZUNAME:              HUBER                   *
          *VORNAME:             WILHELMINE              *
          *GEBURTSDATUM:        04.05.06                *
          *                                             *
          *VORGEMERKT ZUM 13.02.76 FUER DIE             *
          *MEDIZINISCHE KLINIK            STATION 13    *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************************DS11*
```

6.2.2.15. Der Befehl SDATEN

Mit SDATEN kann die Ausgabe von Daten einer Station angefordert werden.

Tabelle 6.2.2.15./1	Befehl SDATEN	
Format:	{ SDATEN / SD }, p1, p2	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer

Abb. 6.2.2.15./1 — Ausgabe von Stationsdaten

```
EINGABE = SDATEN,7,13

AUSGABE = ***************************************************
          *SDATEN,7,13                                      *
          *                                                 *
          *MEDIZINISCHE KLINIK                              *
          *STATION 13                                       *
          *                                                 *
          *ANZAHL DER ZIMMER:                    0          *
          *ANZAHL DER BETTEN:                    06         *
          *ANZAHL DER AUFGENOMMENEN PATIENTEN:   06         *
          *ANZAHL DER VORGEMERKTEN PATIENTEN:    00         *
          *                                                 *
          *ZULAESSIGES GESCHLECHT D. PATIENTEN: W            *
          *NUMMER DER VERWEILDAUERVERTEILUNG:    032        *
          *UT-FAKTOR:                            0.90       *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS23*
```

Der UT-Faktor gibt an, ab welcher Kapazitätsauslastung Umterminierungen vorgenommen werden sollen.

6.2.2.16. Der Befehl TERMIN

Mit TERMIN wird der Terminierungsprozeß, wie er in den Abschn. 5.9.6. und 6.1.4.1. beschrieben ist, angestoßen. Dieser Befehl steht im Mittelpunkt des Dialogsystems zur Aufnahmeplanung.

Tabelle 6.2.2.16./1	Befehl TERMIN	
Format:	{ TERMIN / TM }, p1,...,p11	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	X	Geschlecht des Patienten
p4	TT.MM.JJ	Geburtsdatum des Patienten
p5	N(5)	Einweisungsdiagnose (KDS)
p6	N	Priorität des Patienten
p7	XX	Aufnahme an diesem Wochentag erwünscht
p8	TT.MM.JJ	Aufnahme ab diesem Tag erwünscht
p9	NN	Wahrscheinliche Verweildauer } in Tagen
p10	NN	Minimale Verweildauer } in Tagen
p11	NN	Maximale Verweildauer } in Tagen

Die Angabe der Kliniknummer, des Geschlechts und des Geburtsdatums des Patienten ist obligatorisch. Fehlt die Stationsangabe, so wird die Station aufgrund der Einweisungsdiagnose vom System festgelegt. Wird keine Verweildauerschätzung (p9-p11) angegeben, dann wird eine Verweildauerverteilung gemäß der Einweisungsdiagnose verwendet. Fehlt die Einweisungsdiagnose, so wird die Verweildauerverteilung, die für die angegebene Station charakteristisch ist, verwendet, sofern keine Verweildauerschätzung vorliegt.

Fehlt die Angabe der Priorität, so wird die Priorität 0 angenommen.

Fehlt p7, so sind bei der Terminsuche alle Tage von Montag bis Freitag zugelassen.

Fehlt p8, so wird ein frühestmöglicher Aufnahmetermin gesucht.

Abb. 6.2.2.16./1	Terminsuche mit minimalen Angaben

```
EINGABE = TERMIN,7,,M,01.02.03,65

AUSGABE = ***************************************************
          *TERMIN,7,    ,M,01.02.03,65                      *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            21                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: M                            *
          *GEBURTSDATUM:       01.02.03                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  APPENDIX UND KOLON            *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                            *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                        *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                     *
          *                                                 *
          *TERMINVORSCHLAG:    14.01.76                     *
          *      WOCHENTAG:    MI                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT   *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                 *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16./2	Terminsuche mit Stationsangabe

```
EINGABE = TM,7,13,W,04.05.06,61

AUSGABE = ***************************************************
          *TM,7,13,W,04.05.06,61                            *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            13                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                            *
          *GEBURTSDATUM:       04.05.06                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES    *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                            *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                        *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                     *
          *                                                 *
          *TERMINVORSCHLAG:    20.01.76                     *
          *      WOCHENTAG:    DI                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT   *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                 *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16./3	Terminsuche mit Verweildauerschätzung

```
EINGABE = TM,7,,W,02.03.04,67,,,,14,10,16

AUSGABE = ***********************************************************
          *TM,7,    ,W,02.03.04,67,0,,14.01.76,14,10,16             *
          *                                                         *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK                  *
          *STATION:            13                                   *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                                    *
          *GEBURTSDATUM:       02.03.04                             *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  GALLENBLASE, GALLENWEGE              *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                                    *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                               *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                             *
          *GESCH. VERWEILDAU.: WS = 14, MIN = 10, MAX = 16          *
          *                                                         *
          *TERMINVORSCHLAG:    20.01.76                             *
          *      WOCHENTAG:    DI                                   *
          *                                                         *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT           *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.                      *
          *                                                         *
          *                                                         *
          ***********************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16./4	Terminsuche mit Terminwunsch des Patienten (1)

```
EINGABE = TM,7,13,W,05.06.07,61,,DO

AUSGABE = ***********************************************************
          *TM,7,13,W,05.06.07,61,0,DO                               *
          *                                                         *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK                  *
          *STATION:            13                                   *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                                    *
          *GEBURTSDATUM:       05.06.07                             *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES           *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                                    *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                               *
          *GEW. WOCHENTAG:     DO                                   *
          *                                                         *
          *TERMINVORSCHLAG:    22.01.76                             *
          *      WOCHENTAG:    DO                                   *
          *                                                         *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT           *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.                      *
          *                                                         *
          *                                                         *
          *                                                         *
          ***********************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16./5	Terminsuche mit Terminwunsch des Patienten (2)

```
EINGABE = TM,7,13,W,06.07.08,,,DO,05.02.76

AUSGABE = ***************************************************
          *TM,7,13,W,06.07.08,,0,DO,05.02.76                *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            13                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                            *
          *GEBURTSDATUM:       06.07.08                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES   *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                            *
          *TERMINWUNSCH:    AB 05.02.76                     *
          *GEW. WOCHENTAG:     DO                           *
          *                                                 *
          *TERMINVORSCHLAG:    05.02.76                     *
          *      WOCHENTAG:    DO                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT   *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                 *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16/6	Terminsuche mit Angabe der Priorität (1)

```
EINGABE = TM,7,13,W,08.09.10,,1

AUSGABE = ***************************************************
          *TM,7,13,W,08.09.10,,1                            *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            13                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                            *
          *GEBURTSDATUM:       08.09.10                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES   *
          *PRIORITAET D. PAT.: 1                            *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                        *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                     *
          *                                                 *
          *TERMINVORSCHLAG:    20.01.76                     *
          *      WOCHENTAG:    DI                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT   *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                 *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS06*
```

Abb. 6.2.2.16./7	Terminsuche mit Angabe der Priorität (2)

```
EINGABE = TM,7,13,W,08.09.10,,2

AUSGABE = ***************************************************
          *TM,7,13,W,08.09.10,,2                            *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK          *
          *STATION:            13                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                            *
          *GEBURTSDATUM:       08.09.10                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  BAUCHEINGEWEIDE ALS GANZES   *
          *PRIORITAET D. PAT.: 2                            *
          *TERMINWUNSCH:    AB HEUTE                        *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                     *
          *                                                 *
          *TERMINVORSCHLAG:    19.01.76                     *
          *      WOCHENTAG:    MO                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT   *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                 *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS06*
```

6.2.2.17. Der Befehl UTV

Mit UTV werden die Umterminierungsvorschläge ausgegeben, die in der Umterminierungsvorschlägedatei enthalten sind.

Tabelle 6.2.2.17./1	Befehl UTV	
Format:	UTV, p1	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer

Abb. 6.2.2.17./1	Liste der Umterminierungsvorschläge

```
EINGABE = UTV,7

AUSGABE = ***************************************************
          *UTV,7                                            *
          *                                                 *
          *TERMINAENDERUNGEN/KAPAZITAETSUEBERSCHREITUNGEN:   *
          *                                                 *
          *V-7-0010 MUELLER    07.08.09 13  05.02.76>10.02.76*
          *STATION 13 :  1/ 0 TG.M.KAP.UEB.,  1 UT-VORSCHL.  *
          *                                                 *
          *ENDE, BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.   *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *************************************************DS20*
```

Dies bedeutet, daß der Patient Müller, geb. 7.8.1909, Station 13, Vormerknummer V-7-0010, vorgemerkt für den 5.2.76, umterminiert werden sollte.
Als neues Aufnahmedatum wird der 10.2.76 vorgeschlagen.
Für jede Station mit Kapazitätsüberlastungen wird eine Summenzeile ausgegeben, die die Anzahl der Tage mit Kapazitätsüberlastung vor und nach den vorgeschlagenen Umterminierungen enthält. Die Anzahl der Umterminierungsvorschläge wird mit ausgegeben.
Liegt keine Kapazitätsüberlastung vor, so erfolgt eine entsprechende Meldung.

Abb. 6.2.2.17./2	Keine Umterminierungen notwendig

```
EINGABE = UTV,7

AUSGABE = ***************************************************
          *UTV,7                                            *
          *                                                 *
          *KEINE UMTERMINIERUNGEN ERFORDERLICH.             *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.        *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *************************************************DS20*
```

6.2.2.18. Der Befehl VERLEGEN

Mit VERLEGEN wird die Verlegung eines Patienten registriert.

Tabelle 6.2.2.18./1	Befehl VERLEGEN	
Format:	{ VERLEGEN / VL }, p1,...,p3	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X-X-NNNN	Patientennummer
p2	X(3)	neue Station
p3	TT.MM.JJ	Tag der Verlegung

Abb. 6.2.2.18./1	Verlegen (1)

```
EINGABE = VERLEGEN,P-7-0003,11,01.02.76

AUSGABE = ***********************************************
          *VERLEGEN,P-7-0003,11,01.02.76                *
          *                                             *
          *UNTER DER ANGEGEBENEN PATIENTEN-NUMMER SIND DIE *
          *DATEN DES FOLGENDEN PATIENTEN GESPEICHERT:    *
          *                                             *
          *MAYER                                        *
          *LOUISE                                       *
          *02.03.08                                     *
          *                                             *
          *SOLL DIESER PATIENT VERLEGT WERDEN,           *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                      *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.           *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************DS15*
```

Abb. 6.2.2.18./2	Verlegen (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***********************************************
          *VERLEGEN,P-7-0003,11,01.02.76                *
          *                                             *
          *DER PATIENT WURDE VERLEGT.                    *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.     *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************DS15*
```

6.2.2.29. Der Befehl VERTEILUNG

Mit dem Befehl VERTEILUNG wird die graphische Ausgabe aktueller Verweildauerverteilungen bewirkt.

Tabelle 6.2.2.19./1	Befehl VERTEILUNG	
Format:	{ VERTEILUNG / VT }, p1,...,p3	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X	Verteilungskennung: D = Diagnose S = Station
p3	X(5)	Diagnoseschlüssel oder Station

Abb. 6.2.2.19./1 — Ausgabe von Verweildauerverteilungen (1)

```
EINGABE = VERTEILUNG,7

AUSGABE = ***************************************************
          *VERTEILUNG,7                                     *
          *                    VERWEILDAUER-VERTEILUNG      *
          *    I               MEDIZINISCHE KLINIK          *
          *0.15+                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *0.10+:                                           *
          *    I:                                           *
          *    I:                                           *
          *    I:                                           *
          *    I:.      .                                   *
          *0.05+::..  ::::                                  *
          *    I:::: .::::...                               *
          *    I:::::::::::::::                             *
          *    I:::::::::::::::::::.:                       *
          *    I:::::::::::::::::::::::::::.........        *
          *0.00+----+----+----+----+----+----+----+----+---- *
          *    0    5   10   15   20   25   30   35   40   *
          ***************************************************DS03*
```

An der Abszisse sind die Verweildauern in Tagen abgetragen, an der Ordinate die zugehörigen relativen Häufigkeiten.

Abb. 6.2.2.19./2	Ausgabe von Verweildauerverteilungen (2)

```
EINGABE = VT,7,D,43000

AUSGABE = ***************************************************
          *VT,7,D,43000                                     *
          *                        VERWEILDAUER-VERTEILUNG  *
          *    I                   MEDIZINISCHE KLINIK      *
          *0.15+                   SCHILDDRUESE             *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I          :                                 *
          *    I          :                                 *
          *0.10+        . :                                 *
          *    I        : :                                 *
          *    I   :   .: :                                 *
          *    I   :   :: :                                 *
          *    I   :   :: :: :                              *
          *0.05+   :   ::.::.: :                            *
          *    I   : .::::::: :                             *
          *    I : :::::::::::::  ::                        *
          *    I.:.:::::::::::::::::  .                     *
          *    I:::::::::::::::::::::..:...            ..  .  *
          *0.00+----+----+----+----+----+----+----+----+---- *
          *    0    5   10   15   20   25   30   35   40    *
          ***************************************************DS03*
```

Abb. 6.2.2.19./3	Ausgabe von Verweildauerverteilungen (3)

```
EINGABE = VT,7,S,13

AUSGABE = ***************************************************
          *VT,7,S,13                                        *
          *                        VERWEILDAUER-VERTEILUNG  *
          *    I                   MEDIZINISCHE KLINIK      *
          *0.15+                   STATION 13               *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *0.10+                                            *
          *    I                                            *
          *    I                                            *
          *    I.        .                                  *
          *    I:       .:.   .:                            *
          *0.05+:     .:::::: ::                            *
          *    I:     ::::::::::                            *
          *    I:::: :::::::::: ..                          *
          *    I:::::::::::::::: :::  .  . .                *
          *    I:::::::::::::::.::::.::::.:  .. ..          *
          *0.00+----+----+----+----+----+----+----+----+---- *
          *    0    5   10   15   20   25   30   35   40    *
          ***************************************************DS03*
```

6.2.2.20. Der Befehl VORMERKEN

Mit dem Befehl VORMERKEN wird ein Modul mit den unter 6.1.4.2. beschriebenen Funktionen aktiviert.

Tabelle 6.2.2.20./1	Befehl VORMERKEN	
Format:	{ VORMERKEN / VM }, p1,...p9	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	X	Geschlecht des Patienten
p4	TT.MM.JJ	Geburtsdatum des Patienten
p5	N(5)	Einweisungsdiagnose (KDS)
p6	TT.MM.JJ	Aufnahmedatum
p7	NN	Wahrscheinliche Verweildauer
p8	NN	Minimale Verweildauer
p9	NN	Maximale Verweildauer

Die Angabe von Kliniknummer, Stationsnummer, Geschlecht des Patienten, Geburtsdatum des Patienten und Aufnahmedatum ist obligatorisch.
Wird keine Verweildauerschätzung abgegeben, so wird die der Einweisungsdiagnose entsprechende Verweildauerverteilung ausgewählt; fehlt auch die Einweisungsdiagnose, so wird die für die Station charakteristische Verteilung verwendet.
Bei VORMERKEN wird höchste Priorität des Patienten angenommen.

Abb. 6.2.2.20./1	Vormerken (1)

```
EINGABE = VORMERKEN,7,13,W,07.08.09,66000,05.02.76

AUSGABE = ***************************************************
          *VORMERKEN,7,13,W,07.08.09,66000,05.02.76        *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK          *
          *STATION:            13                           *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                            *
          *GEBURTSDATUM:       07.08.09                     *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  LEBER                        *
          *                                                 *
          *TERMINWUNSCH:       05.02.76                     *
          *WOCHENTAG:          DO                           *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT VORGEMERKT WERDEN,              *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                         *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.              *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS22*
```

Abb. 6.2.2.20./2	Vormerken (2)

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***************************************************
          *                                                 *
          *                    ^                            *
          *ZUNAME DES PATIENTEN                             *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS07*
```

Nach Angabe eventueller Kapazitätsüberschreitungen wird, nach Eingabe der Patientendaten, die Eintragung der Vormerkung des Patienten in die verschiedenen Dateien vorgenommen (vgl. Abschn. 6.1.4.3.).

Abb. 6.2.2.20./3	Eintragung der Vormerkung

```
AUSGABE = ***************************************************
          *                                                 *
          *                                                 *
          *DIE VORMERKUNG DES PATIENTEN WURDE EINGETRAGEN.  *
          *                                                 *
          *VORMERK-NUMMER: V-7-0010                         *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.        *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *************************************DS07*
```

6.2.2.21. Der Befehl WARTELISTE

Mit WARTELISTE kann eine Liste der vorgemerkten Patienten angefordert werden.

Tabelle 6.2.2.21./1	Befehl WARTELISTE	
Format:	{ WARTELISTE / WL }, p1,...,p4	
Parameter	Format	Bedeutung
p1	X	Kliniknummer
p2	X(3)	Stationsnummer
p3	TT.MM.JJ	Erstes Aufnahmedatum
p4	TT.MM.JJ	Letztes Aufnahmedatum

Abb. 6.2.2.21./1	Liste der vorgemerkten Patienten

```
EINGABE = WARTELISTE,7,13

AUSGABE = ***************************************************
          *WARTELISTE,7,13                                  *
          *                                                 *
          *MEDIZINISCHE KLINIK                              *
          *       WARTELISTE FUER STATION 13                *
          *                                                 *
          *NAME                 G-DATUM  V-NUMMER A-DATUM   *
          *                                                 *
          *MUELLER              07.08.09 V-7-0010 05.02.76  *
          *HUBER                04.05.06 V-7-0016 13.02.76  *
          *                                                 *
          *ENDE DER LISTE:  INSGESAMT 02 PATIENTEN          *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS14*
```

Erläuterungen:

G-DATUM = Geburtsdatum
A-DATUM = Aufnahmedatum
V-NUMMER = Vormerknummer des Patienten

6.2.2.22. Sonstige Befehle

Mit dem Befehl *LOG wird die Protokollierung des Dialogs auf dem Schnelldrucker veranlaßt. *NOLOG beendet diese Funktion.
Mit *LKE kann ein 'Dialog' mittels Lochkarteneingabe und Druckerausgabe begonnen werden, mit *CRT wird dieser beendet.
Der Befehl *DS07 (Eintragung der Vormerkung) wird systemintern von den Moduln DS06 (TERMIN) bzw. DS22 (VORMERKEN) verwendet.
*DS19 stößt die Suche nach möglichen Kapazitätsüberschreitungen an und veranlaßt nötigenfalls die Ausgabe von Umterminierungsvorschlägen (vgl. Abschn. 6.1.4.12.).
Mit der Eingabe von ENDE wird der Programmlauf beendet.

6.2.3. Die Programme für Stapelverarbeitung

Neben den Programmen zum Erstellen und Erweitern der Dateien wurden die Programme zur Kapazitätsplanung und Belastungsrechnung implementiert (vgl. dazu Abb. 6.1.1./1).

6.2.3.1. Die Programme zur Belastungsrechnung

Die verschiedenen Funktionen der Programme zur Belastungsrechnung wurden bereits in den Abschnitten 6.1.4.11., 6.1.4.12.sowie 6.2.2.12., 6.2.2.11. und 6.2.2.22. beschrieben.
Die Eingaben, die diese Programme erwarten, ähneln denen der entsprechenden Dialogmoduln.
In den Abb. 6.2.3.1./1, 6.2.3.1./2 und 6.2.3.1./3 sind Ausgabelisten dargestellt.

Abb. 6.2.3.1./1

Liste der anwesenden Patienten

PROGRAMM BS04 MEDIZINISCHE KLINIK
STATION 13 BELEGUNG AM 04.02.76

NAME VORNAME	ADRESSE	G-DATUM	P-NR A-NR	A-DATUM S-DATUM	VD
SCHMIDT JTTILIE	8500 NUERNBERG KOENIGSTRASSE	01.02.03	P-7-0011 A-7-000010/76	03.02.76 03.02.76	1
GANS AMALIE	8500 NUERNBERG ROSENAU 7	04.05.47	P-7-0012 A-7-000011/76	03.02.76 03.02.76	1
SCHUSTER BRUNHILDE	8501 ROSSTAL SCHWANTHALER STR. 123	02.03.08	P-7-0013 A-7-000012/76	03.02.76 03.02.76	1
KUPFERL SUSI	8000 MUENCHEN LUDWIGSTR 13	03.04.45	P-7-0014 A-7-000013/76	03.02.76 03.02.76	1
MAYER LOUISE	8500 NUERNBERG KOENIGSTR.	04.05.45	P-7-0015 A-7-000014/76	03.02.76 03.02.76	1

Erläuterungen:

G-DATUM: Geburtsdatum
P-NR : Patientennummer
A-NR : Aufnahmenummer
A-DATUM: Aufnahmedatum (Klinik)
S-DATUM: Aufnahmedatum (Station)
VD : Verweildauer (Klinik)

Abb. 6.2.3.1./2

Liste der vorgemerkten Patienten

PROGRAMM 8504 MEDIZINISCHE KLINIK
STATION 13

VORMERKUNGEN AM 04.02.76

NAME VORNAME	ADRESSE	G-DATUM	V-NR	A-DATUM V-DATUM	PRA PRF
MUELLER HILDE	8500 NUERNBERG KOENIGSTR. 33	07.08.09	V-7-0010	05.02.76 03.02.76	2 9
ENDE EMILIE	8500 NUERNBERG-FISCHBACH BARENBUEHLGRABEN 17	11.11.11	V-7-0018	13.02.76 03.02.76	2 8
GOEGELEIN AGATHE	8510 FUERTH FICHTENSTR. 11	10.10.10	V-7-0017	13.02.76 03.02.76	0 4

Erläuterungen:

G-DATUM: Geburtsdatum des Patienten
V-NR : Vormerknummer des Patienten
A-DATUM: Geplantes Aufnahmedatum
V-DATUM: Datum der Vormerkung
PRA : Anfangspriorität
PRF : fortgeschriebene Priorität

Abb. 6.2.3.1./3

Ergebnis der Belastungsrechnung

PROGRAMM HSJ4 MEDIZINISCHE KLINIK STATION 13 AUSLASTUNG AM 04.02.76 DATUM: 06.02.76

TAG	DATUM	WT	AS	GK	GB	GKA	GKU	NK	NB	NKA	NKU	PK	PB	AF	PKA	PKU	LP
01	04.02.76	MI		6.00	5.00	0.83		1.00	1.00	1.00		5.00	4.00	0.80	0.80		***
02	05.02.76	DO		6.00	5.80	0.97		1.00	0.96	0.96		5.00	4.84	0.80	0.97		0010
03	06.02.76	FR		6.00	5.56	0.93		1.00	0.92	0.92		5.00	4.64	0.80	0.93		0010
04	07.02.76	SA	**	6.00	5.33	0.89		1.00	0.89	0.89		5.00	4.44	0.80	0.89		0010
05	08.02.76	SO	**	6.00	5.00	0.83		1.00	0.83	0.83		5.00	4.17	0.80	0.83		0010
06	09.02.76	MO		6.00	4.58	0.76		1.00	0.77	0.77		5.00	3.89	0.80	0.78		0010
07	10.02.76	DI		6.00	4.35	0.72		1.00	0.71	0.71		5.00	3.62	0.80	0.72		0010
08	11.02.76	MI		6.00	3.93	0.66		1.00	0.64	0.64		5.00	3.29	0.80	0.66		0010
09	12.02.76	DO		6.00	3.50	0.58		1.00	0.57	0.57		5.00	2.93	0.80	0.59		0010
10	13.02.76	FR		6.00	3.14	0.66		1.00	0.51	0.51		5.00	4.63	0.80	0.93		0017
11	14.02.76	SA	**	6.00	4.70	0.78		1.00	0.45	0.45		5.00	4.25	0.80	0.85		0017
12	15.02.76	SO	**	6.00	4.25	0.71		1.00	0.40	0.40		5.00	3.86	0.80	0.77		0017
13	16.02.76	MO		6.00	3.79	0.63		1.00	0.33	0.33		5.00	3.46	0.80	0.69		0017
14	17.02.76	DI		6.00	3.32	0.55		1.00	0.26	0.26		5.00	3.06	0.80	0.61		0017
15	18.02.76	MI		6.00	2.87	0.50		1.00	0.25	0.25		5.00	2.92	0.80	0.58		0017
16	19.02.76	DO		6.00	2.87	0.48		1.00	0.22	0.22		5.00	2.63	0.80	0.53		0017
17	20.02.76	FR		6.00	2.55	0.42		1.00	0.19	0.19		5.00	2.34	0.80	0.47		0017
18	21.02.76	SA	**	6.00	2.22	0.37		1.00	0.16	0.16		5.00	2.06	0.80	0.41		0017
19	22.02.76	SO	**	6.00	1.98	0.33		1.00	0.14	0.14		5.00	1.84	0.80	0.37		0017
20	23.02.76	MO		6.00	1.84	0.31		1.00	0.13	0.13		5.00	1.71	0.80	0.34		0017
21	24.02.76	DI		6.00	1.50	0.25		1.00	0.10	0.10		5.00	1.46	0.80	0.29		0017
22	25.02.76	MI		6.00	1.34	0.22		1.00	0.08	0.08		5.00	1.26	0.80	0.25		0017
23	26.02.76	DO		6.00	1.14	0.19		1.00	0.06	0.06		5.00	1.08	0.80	0.22		0017
24	27.02.76	FR		6.00	0.93	0.16		1.00	0.04	0.04		5.00	0.89	0.80	0.18		0017
25	28.02.76	SA	**	6.00	0.80	0.13		1.00	0.03	0.03		5.00	0.77	0.80	0.15		0017
26	29.02.76	SO	**	6.00	0.60	0.10		1.00	0.01	0.01		5.00	0.59	0.80	0.12		0017
27	01.03.76	MO		6.00	0.50	0.08		1.00	0.00	0.00		5.00	0.50	0.80	0.10		0017
28	02.03.76	DI		6.00	0.42	0.07		1.00	0.00	0.00		5.00	0.42	0.80	0.08		0017
29	03.03.76	MI		6.00	0.39	0.07		1.00	0.00	0.00		5.00	0.39	0.80	0.08		0017
30	04.03.76	DO		6.00	0.29	0.05		1.00	0.00	0.00		5.00	0.29	0.80	0.06		0017
31	05.03.76	FR		6.00	0.24	0.04		1.00	0.00	0.00		5.00	0.24	0.80	0.05		0017
32	06.03.76	SA	**	6.00	0.22	0.04		1.00	0.00	0.00		5.00	0.22	0.80	0.04		0017
33	07.03.76	SO	**	6.00	0.13	0.03		1.00	0.00	0.00		5.00	0.18	0.80	0.04		0017
34	08.03.76	MO		6.00	0.14	0.02		1.00	0.00	0.00		5.00	0.14	0.80	0.03		0017
35	09.03.76	DI		6.00	0.12	0.02		1.00	0.00	0.00		5.00	0.12	0.80	0.02		0017
36	10.03.76	MI		6.00	0.08	0.01		1.00	0.00	0.00		5.00	0.08	0.80	0.02		0017
37	11.03.76	DO		6.00	0.06	0.01		1.00	0.00	0.00		5.00	0.06	0.80	0.01		0017
38	12.03.76	FR		6.00	0.02	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.02	0.80	0.00		0017
39	13.03.76	SA	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
40	14.03.76	SO	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
41	15.03.76	MO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
42	16.03.76	DI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
43	17.03.76	MI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
44	18.03.76	DO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
45	19.03.76	FR		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
46	20.03.76	SA	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
47	21.03.76	SO	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
48	22.03.76	MO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
49	23.03.76	DI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
50	24.03.76	MI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
51	25.03.76	DO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
52	26.03.76	FR		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
53	27.03.76	SA	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
54	28.03.76	SO	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
55	29.03.76	MO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
56	30.03.76	DI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
57	31.03.76	MI		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
58	01.04.76	DO		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
59	02.04.76	FR		6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017
60	03.04.76	SA	**	6.00	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00		5.00	0.00	0.80	0.00		0017

Erläuterungen:

WT = Wochentag
AS = Kennzeichen, ob Aufnahme von Nichtnotfallpatienten zulässig (** = unzulässig)
GK = Gesamtkapazität der Station
GB = Gesamtbelastung
GKA = Auslastung der Gesamtkapazität
GKU = max(0;GB - GK)
NK = Notfallkapazität
NB = Belastung der Notfallkapazität
NKA = Auslastung der Notfallkapazität
NKU = max(0;NB - NK)
PK = Kapazität für Nichtnotfallpatienten
PB = Belastung der Kapazität für Nichtnotfallpatienten
AF = Auslastungsfaktor (siehe Abschnitt 5.9.7.)
PKA = Auslastung der Kapazität für Nichtnotfallpatienten
PKU = max(0;PB - PK)
LP = Nummer des letzten Patienten, der für diesen Tag bzw. einen davor liegenden Tag vorgemerkt wurde

6.2.3.2. Das Programm zur Kapazitätsplanung

Zur langfristigen Notfallkapazitätsplanung wird ein Programm zur Berechnung der Kenngrößen eines Warteschlangensystems vom Typ

(M,M,k) : (N,FIFO)

verwendet.
In das Programm werden eingegeben:

- Mittlere Ankunftsrate der Notfallpatienten,
- Mittlere Verweildauer der Notfallpatienten,
- Maximale Wahrscheinlichkeit, daß ein Notfallpatient abgewiesen werden muß.

Das Programm ermittelt für die Station dann die Anzahl der Betten, bei der die verlangte Wahrscheinlichkeit für Abweisungen gerade noch nicht überschritten wird.
Außerdem wird die mittlere Auslastung der Station berechnet. Eine Ausgabeliste ist im Abschn. 6.3. abgebildet.
Dieses Programm ist in FORTRAN IV geschrieben.

6.2.4. Die Programme zur Simulation des Patientenflusses

Zur Simulation des Patientenflusses in und durch die Klinik wurden zwei Programme entwickelt.

Das erste Programm KASIM sollte Testdaten für die Überprüfung der Praktikabilität des in Abschn. 6.2.2. beschriebenen Systems zur Aufnahmeplanung liefern.

Das zweite Programm KASIM II ist eine vereinfachte Version des vollständigen Aufnahmeplanungssystems. Seine Aufgabe war, über das Verhalten des Systems in einem längeren Zeitraum Aufschluß zu geben.

6.2.4.1. Das Programm KASIM[1)]

Das Programm KASIM baut auf dem Modell des Patientenflusses auf, wie es im Abschn. 5.2. beschrieben ist.

Das dialogfähige, ereignisorientierte[2)] Modell simuliert folgende Ereignisse:

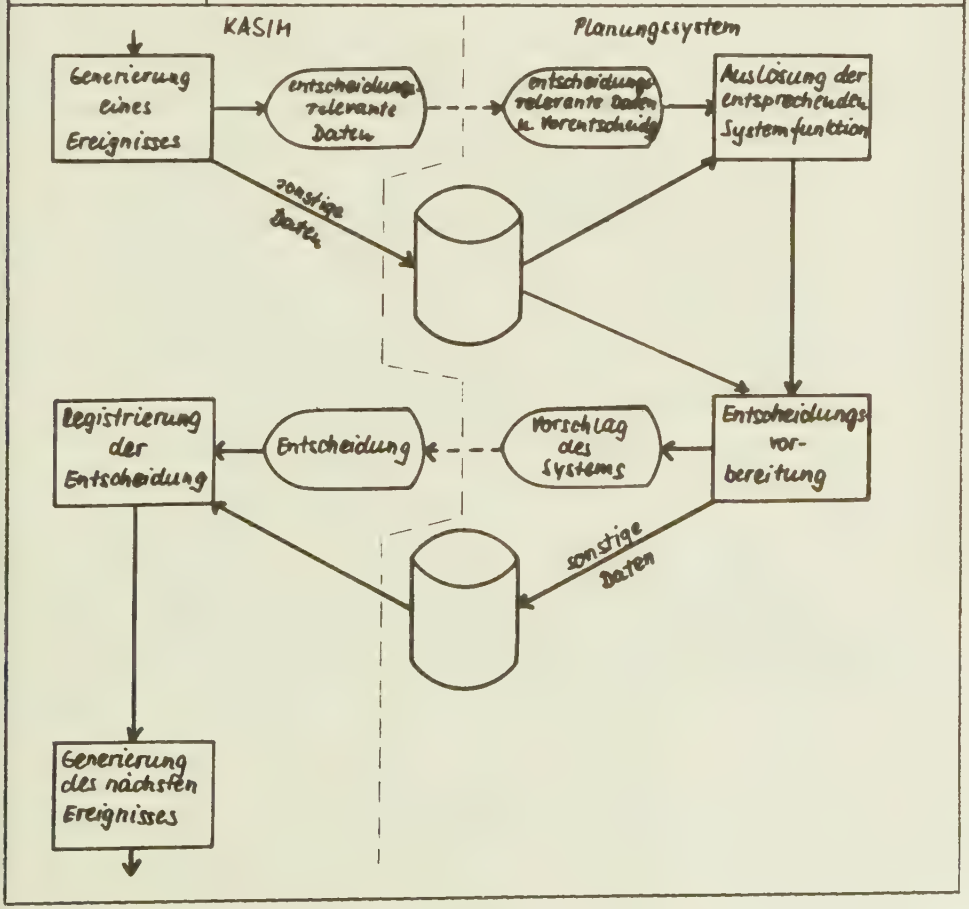
---

1) Siehe Mayer [1975].
2) Mertens [1969, S.19ff], Mize/Cox [1968], Koxholt [1967]

- Anfragen,
- Terminverlegungswünsche,
- Ankünfte vorgemerkter Patienten,
- Notfallankünfte,
- Notfälle auf den Stationen
- Entlassungen,
- Verlegungen.

Abb. 6.2.4.1./1 zeigt schematisch das Zusammenwirken des Simulationsprogramms und des Systems zur Aufnahmeplanung.

Abb. 6.2.4.1./1 Kopplung von KASIM und dem System zur Aufnahmeplanung



Die Kopplung der beiden Systeme erfolgt also über Bildschirme und über die Dateien des Aufnahmeplanungssystems. Damit ist ein synchroner Ablauf beider Programme möglich.

Bei der Generierung einer Anfrage werden die für eine Terminierung notwendigen Patientendaten erzeugt (Abb. 6.2.4.1./2):

- Name
- Geburtsdatum
- Diagnose
- Dringlichkeit
- Terminwunsch

Abb. 6.2.4.1./2	Generierung einer Anfrage

```
*****************************************************
*TERMIN=00.00.00,STATION= 0,                        *
*---------------------------------------------------*
* 8.58 UHR:  ANFRAGE EINES NEUEN PATIENTEN          *
*                                                   *
*NAME: MARKOWSKI                FRIEDRICH          *
*ANSCHRIFT: 805  FREISING                           *
*               AM MARKTPLATZ          126          *
*                                                   *
*TELEFON: 77079   GESCHLECHT: M PRIORITAET: 1       *
*GEBURTSDATUM: 28. 4.25 ALTER: 49                   *
*DIAGNOSE: HAUT, GANGRAEN, FORTSCHREITENDE          *
*                                KDS:  05363        *
*DER PATIENT MOECHTE AN FOLGENDEM WOCHENTAG AUFGE-  *
*NOMMEN WERDEN: DONNERSTAG                          *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                                   *
*                                            -SEND-*
*****************************************************
```

Auf Grund dieser Angaben ermittelt der Anwender des Aufnahmeplanungssystems (Modul Terminierung) einen Terminvorschlag.
Dieser wird in die erste Zeile an der vorgeschriebenen Stelle eingegeben. Das Simulationsprogramm entscheidet (zufallsabhängig), ob der Terminvorschlag angenommen werden kann. Wird abgelehnt, so kann eine erneute Terminierung vorgenommen werden.

Der Ablauf beim Ereignis Notfallankünfte ist entsprechend (Abb. 6.2.4.1./3).

Abb. 6.2.4.1./3	Generierung eines Notfalls (1)

```
*****************************************************
* ,STATION=  ,                                      *
*---------------------------------------------------*
*18.19 UHR:  NEUER NOTFALL                          *
*                                                   *
*NAME: BIERMANN                  HANS-PETER         *
*ANSCHRIFT: 8732 BURGLAUER                          *
*                MARKTPLATZ          126            *
*                                                   *
*TELEFON: 67060   GESCHLECHT: M                     *
*GEBURTSDATUM: 27. 9.14 ALTER: 61                   *
*DIAGNOSE: BAUCH, KOLIK                             *
*                                KOS:  60811        *
*BITTE EINGEBEN: KENNZIFFER, OB PATIENT AUFGENOMMEN*
*WERDEN KANN:                                      *
* 0 = NEIN, 1 = JA.                                 *
*                                                   *
*DER PATIENT SOLL AUF STATION KOMMEN (STATIONSNUM- *
*MER BITTE OBEN EINGEBEN).                          *
*                                                   *
*                                            -SEND-*
*****************************************************
```

Am Ende jedes Tages wird der Status der Klinik ausgegeben (Abb. 6.2.4.1./5).
Diese Ausgabe veranlaßt die entsprechenden Reaktionen des Planungssystems.

Abb. 6.2.4.1./4	Generierung eines Notfalls (2)

```
*************************************************
* ,STATION=  ,                VORMERKNR.=V-7-0010  *
*-----------------------------------------------*
*14,53 UHR:  VORGEMERKTER PATIENT WIRD NOTFALL    *
*                                                 *
*NAME: FROEBE                    ERNST            *
*ANSCHRIFT: 6602 SCHLUESSELFELD                   *
*                KLEINE GASSE          119        *
*                                                 *
*TELEFON: 78079   GESCHLECHT: M PRIORITAET: 2     *
*GEBURTSDATUM: 16. 4. 4 ALTER: 70                 *
*KDS:  22591                                      *
*                                                 *
*BITTE EINGEBEN: KENNZIFFER, OB PATIENT AUFGENOMMEN*
*WERDEN KANN:                                    *
* 0 = NEIN, 1 = JA.                               *
*                                                 *
*DER PATIENT SOLL AUF STATION KOMMEN (STATIONSNUM- *
*MER BITTE OBEN EINGEBEN).                        *
*                                                 *
*                                          -SEND-*
*************************************************
```

Abb. 6.2.4.1./5	Ausgabe des Klinikstatus

```
*************************************************
*BETRACHTUNG DER STATIONEN:                      *
*                                                *
*PATIENT P-7-0010: ENTLASSUNG MORGEN     (STAT.12 )*
*PATIENT P-7-0011: ENTLASSUNG MORGEN     (STAT.13 )*
*PATIENT P-7-0012: ENTLASSUNG MORGEN     (STAT.13 )*
*AUF STATION 14  :  2  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*AUF STATION 21  :  4  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*AUF STATION 23  :  6  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*AUF STATION 24  :  6  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*AUF STATION 25  :  2  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*PATIENT P-7-0014: ENTLASSUNG IN 2 TAGEN (STAT.31 )*
*PATIENT P-7-0015: ENTLASSUNG IN 2 TAGEN (STAT.31 )*
*AUF STATION 32  :  2  PATIENT(EN),KEINE ENTLASSUNG*
*KEIN PATIENT AUF STATION 41                     *
*PATIENT P-7-0017: ENTLASSUNG IN 2 TAGEN (STAT.42 )*
*                                                *
*                                                *
*                                                *
*                                                *
*                                                *
*************************************************
```

Das Programm ist in SIMULA[1] geschrieben und sehr flexibel gestaltet:

Die Anzahl der Stationen, die verschiedenen Ankunftsraten, die Verweildauern, die Übergangsquoten, Krankheitshäufigkeiten usw. sind variabel und können nach Belieben eingegeben werden.[2]

Im Verlauf vieler Simulationsläufe wurden zahlreiche Mängel praktischer Art im Planungssystem aufgedeckt, die inzwischen beseitigt worden sind.

6.2.4.2. Das Programm KASIM II

Mit dem Programm KASIM ist es nicht möglich, das Verhalten des Systems zur Aufnahmeplanung über einen längeren Zeitraum zu studieren.

Deshalb wurde eine abgeänderte Fassung des Programms KASIM erstellt. Die Grundstruktur des Programms blieb erhalten. Die Dialogmoduln wurden entfernt; die wesentlichsten Teile der Aufnahmeplanung wurden eingefügt. Das so entstandene Programm KASIM II erlaubt es nun, das Verhalten des Systems zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten länger zu beobachten - unabhängig von KASIM und dem in den Abschn. 6.2.1. - 6.2.3. beschriebenen Programm- und Dateiensystem. Setzt man in KASIM II die Ankunftsrate der Anfragen gleich null, d.h. im Modell treten nur Notfallpatienten in Erscheinung, so kann es zur simulativen Ermittlung der Notfallkapazitäten verwendet werden (siehe Abschn. 5.8.1.).

In der Abb. 6.2.4.2./1 sind die möglichen Eingabeparameter dargestellt, in den Abb. 6.2.4.2./2 - 6.2.4.2./3 die Ergebnisse eines Simulationslaufes.

---

1) CONTROL DATA [1970], Birtwistle/Dahl/Myrhaug/Nygaard [1976], Rohlfing [1973]
2) siehe Mayer [1975, S. 41 ff.]

Abb. 6.2.4.2./1

Protokoll der Eingabedaten von KASIM II

```
[illegible] PLANUNG DER AUFNAHME STATIONAEREN PATIENTEN

EINGABEDATEN:
ANFANGSWERTE DER ZUFALLSZAHLEN-GENERATOREN:  1234567    13579    52631   753159   456789   123987   321789   357753   25896
  147963
ANZAHL DER STATIONEN:   10
ANZAHL DER STATIONEN FUER NAEHNL. PATIENTEN:    3
ANZAHL [illegible] FUER [illegible] PATIENTEN:    2
[illegible] PATIENTEN:    3
[illegible]:    3
ANZAHL DER DIAGNOSEN:   11

MITTL. VERWEILDAUER IN DER INTENSIVSTATION:  1.500
MITTL. ZWISCHENANKUNFTSZEIT DER ANFRAGEN: 0.050
MITTL. ZWISCHENANKUNFTSZEIT DER NOTFAELLE: 0.100
[illegible] FUER DIE ANKUNFT EINES PRIVATPATIENTEN: 0.170
[illegible] ANKUNFT EINES NAEHNL. PATIENTEN: 0.500
..[illegible]..

..STATION.. 11  INTENSIVSTATION PLANKAPAZITAET:   0.000    NOTFALLKAPAZITAET:  13.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.990
..STATION.. 12  [illegible]     PLANKAPAZITAET:  30.000    NOTFALLKAPAZITAET:   4.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.800
..STATION.. 13  [illegible]     PLANKAPAZITAET:  21.000    NOTFALLKAPAZITAET:  10.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   1.000
..STATION.. 14  [illegible]     PLANKAPAZITAET:  15.000    NOTFALLKAPAZITAET:   7.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.900
..STATION.. 21  [illegible]     PLANKAPAZITAET:  25.000    NOTFALLKAPAZITAET:   7.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   1.000
..STATION.. 23  AERZTESTATION   PLANKAPAZITAET:  19.000    NOTFALLKAPAZITAET:   6.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   1.000
..STATION.. 24  [illegible]     PLANKAPAZITAET:  16.000    NOTFALLKAPAZITAET:   5.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.900
..STATION.. 31  ANAST. STATION  PLANKAPAZITAET:   4.000    NOTFALLKAPAZITAET:   0.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   1.000
..STATION.. 41  ANAST. STATION  PLANKAPAZITAET:  12.000    NOTFALLKAPAZITAET:   8.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.900
..STATION.. 42  ANAST. STATION  PLANKAPAZITAET:  20.000    NOTFALLKAPAZITAET:   5.000    AUSLASTUNGSFAKTOR:   0.900
..[illegible]..

..DIAGNOSE.. 1  [illegible]  VAU-WK =  1 STN = 11 STN = 13 STN = 21
..DIAGNOSE.. 13  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 14 STN = 24
..DIAGNOSE.. 43  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 31 STN = 41
..DIAGNOSE.. 52  [illegible]  VAU-WK =  2 STN = 13 STN = 23 STN = 42
..DIAGNOSE.. 54  [illegible]  VAU-WK =  1 STN = 11 STN = 13 STN = 23
..DIAGNOSE.. 61  [illegible]  VAU-WK =  2 STN = 13 STN = 21
..DIAGNOSE.. 62  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 13 STN = 21
..DIAGNOSE.. 65  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 13 STN = 21
..DIAGNOSE.. 66  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 14 STN = 23 STN = 41
..DIAGNOSE.. 67  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 13 STN = 21
..DIAGNOSE.. 68  [illegible]  VAU-WK =  3 STN = 13 STN = 21
..[illegible] FOLGENDE..

..VERTEILUNG.. 1
0.250.150.070.050.040.040.040.030.030.030.020.020.010.010.010.010.020.010.010.010.010.010.000.000.000.010.000.01
..VERTEILUNG.. 2
0.[illegible].040.040.060.060.050.050.040.040.040.040.030.030.020.020.020.020.020.0.0.020.010.010.010.010.010.010.01
..VERTEILUNG.. 3
0.[illegible].040.040.070.080.070.060.050.060.050.050.050.030.030.030.020.020.010.010.010.020.010.010.010.010.010.01
..DIAGNOSEVERTEILUNG..
0.[illegible].000.0.[illegible].360.360.130.100.050.09
..DIAGNOSEVERTEILUNG (NOTFAELLE)..
0.350.[illegible].190.[illegible].140.040.050.050.030.01
WAHRSCHEINLICHKEITEN FUER PRIORITAETEN 0.1.2: 0.80 0.10 0.10
LAENGE DER ANLAUFPHASE DER SIMULATION: 100.000
LAENGE DER ABSCHLIESSENDEN SIMULATION: 200.000
```

Abb. 6.2.4.2./2

Protokoll des Simulationsablaufs

```
                STATION 11
                                PATIENT   276 WIRD ENTLASSEN
                                PATIENT   278 WIRD ENTLASSEN
*ZEIT:  32.006 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   373 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   3
 STATION 24 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.016 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   374 DIAGNOSE: 43 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   7
 STATION 23 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.122 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   375 DIAGNOSE: 43 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   8
 STATION 13 AUFNAHMETERMIN:  43.000
*ZEIT:  32.164 NOTFALL:  PATIENT   376 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   3
 PATIENT   376 SOLL AUF STATION 23 UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  32.339 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   377 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 2 VERWEILDAUER:   3
 STATION 24 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.393 NOTFALL:  PATIENT   378 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   2
 PATIENT   378 SOLL IN DIE INTENSIVSTATION UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  32.421 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   379 DIAGNOSE: 43 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   6
 STATION 23 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.623 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   380 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   3
 STATION 14 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.560 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   381 DIAGNOSE: 43 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   6
 STATION 13 AUFNAHMETERMIN:  43.000
*ZEIT:  32.696 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   382 DIAGNOSE: 64 PRIVAT  GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   3
 STATION 32 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.718 NOTFALL:  PATIENT   383 DIAGNOSE: 43 PRIVAT  GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   2
 PATIENT   383 SOLL IN DIE INTENSIVSTATION UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  32.743 NOTFALL:  PATIENT   384 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   1
 PATIENT   384 SOLL AUF STATION 14 UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  32.775 NOTFALL:  PATIENT   385 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 2 VERWEILDAUER:   2
 PATIENT   385 SOLL IN DIE INTENSIVSTATION PATIENT   385 SOLL AUF STATION 23 UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  32.893 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   386 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   2
 STATION 24 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.921 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   387 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   2
 STATION 24 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.932 NEUE ANFRAGE:  PATIENT   388 DIAGNOSE: 43 GESCHLECHT: M PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:  10
 STATION 23 AUFNAHMETERMIN:  33.000
*ZEIT:  32.990 NOTFALL:  PATIENT   389 DIAGNOSE: 64 GESCHLECHT: W PRIORITAET: 0 VERWEILDAUER:   3
 PATIENT   389 SOLL AUF STATION 14 UND WIRD AUFGENOMMEN.
*ZEIT:  33.000 ANKUENFTE:
                STATION 23
                                PATIENT   371 KOMMT
                                PATIENT   374 KOMMT
                                PATIENT   379 KOMMT
                                PATIENT   388 KOMMT
                STATION 24
                                PATIENT   373 KOMMT
                                PATIENT   377 KOMMT
                                PATIENT   386 KOMMT
                                PATIENT   387 KOMMT
                STATION 13
                                PATIENT   283 KOMMT
                STATION 14
                                PATIENT   370 KOMMT
                                PATIENT   380 KOMMT
                STATION 32
                                PATIENT   382 KOMMT
*ZEIT:  33.000 NEUE BELASTUNG:
                STATION 23
                                PATIENT   338 WIRD ENTLASSEN
                STATION 24
                STATION 13
                                PATIENT   235 WIRD ENTLASSEN
                                PATIENT   336 WIRD ENTLASSEN
```

Abb. 6.[illegible]./3	Ergebnis der Simulation

```
STATISTIK:

BETRACHTETER ZEITRAUM = 200.0000
ANZAHL DER GENERIERTEN PATIENTEN =                          5878

..STATION.. 11
ANZAHL DER GENERIERTEN NOTFALL-PATIENTEN =                   480
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN NOTFALL-PATIENTEN =                 480
ANZAHL DER ABGELEHNTEN NOTFALL-PATIENTEN =                     0
ANZAHL DER ANWESENDEN NOTFALL-PATIENTEN =                      2
ANZAHL DER ENTLASSENEN NOTFALL-PATIENTEN =                   491
ANZAHL DER GENERIERTEN PLAN-PATIENTEN =                        0
ANZAHL DER ABGELEHNTEN ANFRAGEN =                              0
ANZAHL DER WARTENDEN PLAN-PATIENTEN =                          0
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN PLAN-PATIENTEN =                      0
ANZAHL DER ANWESENDEN PLAN-PATIENTEN =                         0
ANZAHL DER BEREITS ENTLASSENEN PLAN-PATIENTEN =                0
GESAMTKAPAZITAET =                                            13
NOTFALLKAPAZITAET =                                           13
PLANKAPAZITAET =                                               0
MITTL. AUSLASTUNG DER GESAMTKAPAZITAET =                    0.4350
MITTL. AUSLASTUNG DER NOTFALLKAPAZITAET =                   0.4350
MITTL. VERWEILZEIT DER NOTFALL-PATIENTEN =                  1.3381

..STATION.. 32
ANZAHL DER GENERIERTEN NOTFALL-PATIENTEN =                    71
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN NOTFALL-PATIENTEN =                  71
ANZAHL DER ABGELEHNTEN NOTFALL-PATIENTEN =                     0
ANZAHL DER ANWESENDEN NOTFALL-PATIENTEN =                      2
ANZAHL DER ENTLASSENEN NOTFALL-PATIENTEN =                    77
ANZAHL DER GENERIERTEN PLAN-PATIENTEN =                      338
ANZAHL DER ABGELEHNTEN ANFRAGEN =                              5
ANZAHL DER WARTENDEN PLAN-PATIENTEN =                          1
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN PLAN-PATIENTEN =                    459
ANZAHL DER ANWESENDEN PLAN-PATIENTEN =                        11
ANZAHL DER BEREITS ENTLASSENEN PLAN-PATIENTEN =              466
GESAMTKAPAZITAET =                                            34
NOTFALLKAPAZITAET =                                            4
PLANKAPAZITAET =                                              30
MITTL. AUSLASTUNG DER GESAMTKAPAZITAET =                    0.6501
MITTL. AUSLASTUNG DER NOTFALLKAPAZITAET =                   0.8100
MITTL. AUSLASTUNG DER PLANKAPAZITAET =                      0.6288
MITTL. WARTEZEIT DER PLAN-PATIENTEN =                      32.2419
MITTL. VERWEILZEIT DER PLAN-PATIENTEN =                     8.1652
MITTL. VERWEILZEIT DER NOTFALL-PATIENTEN =                 10.5714

..STATION.. 13
ANZAHL DER GENERIERTEN NOTFALL-PATIENTEN =                   268
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN NOTFALL-PATIENTEN =                 210
ANZAHL DER ABGELEHNTEN NOTFALL-PATIENTEN =                    58
ANZAHL DER ANWESENDEN NOTFALL-PATIENTEN =                      9
ANZAHL DER ENTLASSENEN NOTFALL-PATIENTEN =                   215
ANZAHL DER GENERIERTEN PLAN-PATIENTEN =                      430
ANZAHL DER ABGELEHNTEN ANFRAGEN =                            143
ANZAHL DER WARTENDEN PLAN-PATIENTEN =                        115
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN PLAN-PATIENTEN =                    433
ANZAHL DER ANWESENDEN PLAN-PATIENTEN =                        17
ANZAHL DER BEREITS ENTLASSENEN PLAN-PATIENTEN =              430
GESAMTKAPAZITAET =                                            31
NOTFALLKAPAZITAET =                                           10
PLANKAPAZITAET =                                              21
MITTL. AUSLASTUNG DER GESAMTKAPAZITAET =                    0.8703
MITTL. AUSLASTUNG DER NOTFALLKAPAZITAET =                   0.9715
MITTL. AUSLASTUNG DER PLANKAPAZITAET =                      0.8221
MITTL. WARTEZEIT DER PLAN-PATIENTEN =                      52.0582
MITTL. VERWEILZEIT DER PLAN-PATIENTEN =                     8.0512
MITTL. VERWEILZEIT DER NOTFALL-PATIENTEN =                  9.7581

..STATION.. 14
ANZAHL DER GENERIERTEN NOTFALL-PATIENTEN =                   109
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN NOTFALL-PATIENTEN =                  99
ANZAHL DER ABGELEHNTEN NOTFALL-PATIENTEN =                    10
ANZAHL DER ANWESENDEN NOTFALL-PATIENTEN =                      5
ANZAHL DER ENTLASSENEN NOTFALL-PATIENTEN =                   101
ANZAHL DER GENERIERTEN PLAN-PATIENTEN =                      153
ANZAHL DER ABGELEHNTEN ANFRAGEN =                              0
ANZAHL DER WARTENDEN PLAN-PATIENTEN =                          1
ANZAHL DER AUFGENOMMENEN PLAN-PATIENTEN =                    163
ANZAHL DER ANWESENDEN PLAN-PATIENTEN =                         6
```

6.2.5. Beispiel einer Terminierung im Dialog

An einem Beispiel soll die Terminierung eines Patienten gezeigt werden.

Vor Beginn der Terminsuche sind dem Planer folgende Patientendaten bekannt:

Name, Vorname:	Metzger, Josefine, geb. Fleischer
Geburtsdatum:	25.10.40
Vorläufige Diagnose:	Magengeschwür
Terminwunsch:	keiner

Für die Terminierung ist der klinische Diagnoseschlüssel der Einweisungsdiagnose erforderlich. Dem Planer ist dieser nicht geläufig, deshalb ermittelt er ihn mit dem Befehl KDS:

```
EINGABE = KDS,MAGEN

AUSGABE = ***************************************************
          *KDS,MAGEN                                        *
          *                                                 *
          *DIAGNOSE                                      KDS *
          *                                                 *
          *MAGEN UND DUODENUM                            63000*
          *MAGEN, NEUROSE                               63398*
          *MAGEN, BOESARTIGE NEUBILDUNG                 63511*
          *MAGEN, KREBS                                 63512*
          *MAGEN, KARZINOM                              63512*
          *MAGEN, SARKOM                                63514*
          *MAGEN, POLYP                                 63567*
          *MAGEN, GUTARTIGER POLYP                      63567*
          *MAGEN, DIVERTICULITIS                        63681*
          *MAGEN, GESCHWUER                             63711*
          *MAGEN, DIVERTIKEL                            63773*
          *MAGEN, GESCHWUERSNARBE                       63789*
          *MAGEN, PSEUDOMELANOSE                        63798*
          *MAGEN FERMENTSCHWAECHE                       63823*
          *                                                 *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.         *
          ***************************************************DS10*
```

Nun kann die Terminsuche gestartet werden:

```
EINGABE = TERMIN,7,,W,25.10.40,63711

AUSGABE = ***************************************************
          *TERMIN,7,    ,W,25.10.40,63711                    *
          *                                                  *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            13                            *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                             *
          *GEBURTSDATUM:       25.10.40                      *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  MAGEN UND DUODENUM            *
          *PRIORITAET D. PAT.: 0                             *
          *TERMINWUNSCH:     AB HEUTE                        *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                      *
          *                                                  *
          *TERMINVORSCHLAG:    19.02.76                      *
          *       WOCHENTAG:   DO                            *
          *                                                  *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT    *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                  *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.               *
          *                                                  *
          *                                                  *
          *                                                  *
          ***************************************************DS06*
```

Dieses Ergebnis wird dem Nachfragenden bekanntgegeben. Der ist mit dem Vorschlag aber nicht einverstanden und wünscht eine frühere Aufnahme.
Der Planende läßt sich zunächst den aktuellen Status der Station ausgeben:

```
EINGABE = AUSLASTUNG,7,13

AUSGABE = ***************************************************
          *AUSLASTUNG,7,13                                  *
          *                                                  *
          *MEDIZINISCHE KLINIK            AUSLASTG. STAT. 13 *
          *                                                  *
          *DATUM  WT   GK    GB    PK    PB    NK    NB   AF *
          *                                                  *
          *03.02. DI   6.00  5.00  5.00  4.00  1.00  1.00 80%*
          *04.02. MI   6.00  4.80  5.00  3.84  1.00  0.96 80%*
          *05.02. DO   6.00  5.60  5.00  4.68  1.00  0.92 80%*
          *06.02. FR   6.00  5.36  5.00  4.48  1.00  0.88 80%*
          *07.02. SA   6.00  5.13  ****  4.28  1.00  0.85 80%*
          *08.02. SO   6.00  4.85  ****  4.05  1.00  0.80 80%*
          *09.02. MO   6.00  4.51  5.00  3.77  1.00  0.74 80%*
          *10.02. DI   6.00  4.18  5.00  3.50  1.00  0.68 80%*
          *11.02. MI   6.00  3.78  5.00  3.17  1.00  0.61 80%*
          *12.02. DO   6.00  3.40  5.00  2.85  1.00  0.55 80%*
          *13.02. FR   6.00  5.04  5.00  4.55  1.00  0.49 80%*
          *14.02. SA   6.00  4.60  ****  4.17  1.00  0.43 80%*
          *                                                  *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.          *
          ***************************************************DS12*
```

```
EINGABE = AUSLASTUNG,7,13,,G

AUSGABE = ***************************************************
          *AUSLASTUNG,7,13,03.02.76,G                       *
          *                                                 *
          *        0    5   10   15   20   25   30   35   40 *
          *        +----+----+----+----+----+----+----+----+ *
          *03.02. I@@@@:@I                                  *
          *04.02. I@@@6:@I                                  *
          *05.02. I@@@@791                                  *
          *06.02. I@@@@59I                                  *
          *07.02. I@@@@391                                  *
          *08.02. I@@@@18I                                  *
          *09.02. I@@@6:7I                                  *
          *10.02. I@@@5:7I                                  *
          *11.02. I@@@2:6I                                  *
          *12.02. I@@9 :6I                                  *
          *13.02. I@@@@65I                                  *
          *14.02. I@@@@24I                                  *
          *15.02. I@@@6:+I                                  *
          *16.02. I@@@4:3I                                  *
          *                                                 *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.         *
          ***************************************DS12*

EINGABE =

AUSGABE = ***************************************************
          *AUSLASTUNG,7,13,03.02.76,G                       *
          *                                                 *
          *        0    5   10   15   20   25   30   35   40 *
          *        +----+----+----+----+----+----+----+----+ *
          *17.02. I@@@ :3I                                  *
          *18.02. I@@9 :2I                                  *
          *19.02. I@@6 :2I                                  *
          *20.02. I@@3 :2I                                  *
          *21.02. I@@  :2I                                  *
          *22.02. I@8  :1I                                  *
          *23.02. I@7  :1I                                  *
          *24.02. I@5  :1I                                  *
          *25.02. I@3  :1I                                  *
          *26.02. I@1  :1I                                  *
          *27.02. I9   : I                                  *
          *28.02. I8   : I                                  *
          *29.02. I6   : I                                  *
          *01.03. I5   : I                                  *
          *                                                 *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.         *
          ***************************************DS12*
```

Der Planer versucht nun, über eine höhere Priorität einen früheren Aufnahmetag zu erreichen:

```
EINGABE = TERMIN,7,,W,25.10.40,63711,1

AUSGABE = ***********************************************************
          *TERMIN,7,    ,W,25.10.40,63711,1                          *
          *                                                          *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK                   *
          *STATION:            13                                    *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                                     *
          *GEBURTSDATUM:       25.10.40                              *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  MAGEN UND DUODENUM                    *
          *PRIORITAET D. PAT.: 1                                     *
          *TERMINWUNSCH:     AB HEUTE                                *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                              *
          *                                                          *
          *TERMINVORSCHLAG:    17.02.76                              *
          *       WOCHENTAG:    DI                                    *
          *                                                          *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT            *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                          *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.                       *
          *                                                          *
          *                                                          *
          *                                                          *
          ***********************************************************0306*
```

Priorität 1 führt noch nicht zu einem annehmbaren Ergebnis, deshalb wird Priorität 2 eingegeben:

```
EINGABE = TERMIN,7,,W,25.10.40,63711,2

AUSGABE = ***********************************************************
          *TERMIN,7,    ,W,25.10.40,63711,2                          *
          *                                                          *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK                   *
          *STATION:            13                                    *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                                     *
          *GEBURTSDATUM:       25.10.40                              *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  MAGEN UND DUODENUM                    *
          *PRIORITAET D. PAT.: 2                                     *
          *TERMINWUNSCH:     AB HEUTE                                *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                              *
          *                                                          *
          *TERMINVORSCHLAG:    16.02.76                              *
          *       WOCHENTAG:    MO                                    *
          *                                                          *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT            *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                          *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.                       *
          *                                                          *
          *                                                          *
          *                                                          *
          ***********************************************************0306*
```

Auch dieses Ergebnis stellt den Nachfragenden nicht zufrieden; er möchte, daß die Patientin am 10. 2. aufgenommen wird. Der Planende entschließt sich zu einer Vormerkung:

```
EINGABE = VORMERKEN,7,13,W,25.10.40,63,10.02.76

AUSGABE = ***************************************************
          *VORMERKEN,7,13,W,25.10.40,63,10.02.76            *
          *                                                 *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK           *
          *STATION:            13                            *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                             *
          *GEBURTSDATUM:       25.10.40                      *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  MAGEN UND DUODENUM            *
          *                                                 *
          *TERMINWUNSCH:       10.02.76                      *
          *WOCHENTAG:          D1                            *
          *                                                 *
          ********** KAPAZITAETSUEBERSCHREITUNGEN ********* *
          *BITTE WEITER MIT SEND ODER MIT EINEM NEUEN BEFEHL *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS22*
```

Das System meldet Kapazitätsüberlastungen:

```
EINGABE =

AUSGABE = ***************************************************
          *VORMERKEN,7,13,W,25.10.40,63,10.02.76            *
          *                                                 *
          *DATUM  PKU  GKU  DATUM  PKU  GKU  DATUM  PKU  GKU *
          *                                                 *
          *13.02. 0.34 0.00                                 *
          *                                                 *
          *SOLL DER PATIENT VORGEMERKT WERDEN,               *
          *SO GEBEN SIE BITTE <JA>,                          *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.               *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***********************************************DS22*
```

Am 13.2. überschreitet der Erwartungswert der Belastung die verfügbare Kapazität für Nichtnotfallpatienten um 0.34.

Das Risiko ist dem Planenden zu groß; er beschließt, die Patientin in eine andere Station (Station 14) einzuplanen:

```
EINGABE = TERMIN,7,14,W,25.10.40,63711

AUSGABE = ***********************************************
          *TERMIN,7,14,W,25.10.40,63711                 *
          *                                             *
          *AUFNEHMENDE KLINIK: MEDIZINISCHE KLINIK       *
          *STATION:            14                       *
          *GESCHLECHT D. PAT.: W                        *
          *GEBURTSDATUM:       25.10.40                 *
          *EINWEISUNGSDIAGN.:  MAGEN UND DUODENUM       *
          *PRIORITAET D. PAT.: 2                        *
          *TERMINWUNSCH:     AB HEUTE                   *
          *GEW. WOCHENTAG:     BELIEBIG                 *
          *                                             *
          *TERMINVORSCHLAG:    03.02.76                 *
          *       WOCHENTAG:   DI                       *
          *                                             *
          *SOLL DER PATIENT FUER DIESEN TERMIN VORGEMERKT *
          *WERDEN, SO GEBEN SIE BITTE <JA>,             *
          *ANDERNFALLS EINEN NEUEN BEFEHL EIN.          *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************************US06*
```

Dieser Termin wird von allen Beteiligten akzeptiert, die Annahme des Terminvorschlags wird dem System mitgeteilt:

```
EINGABE = JA

AUSGABE = ***********************************************
          *                                             *
          *                    ^                        *
          *ZUNAME DES PATIENTEN                         *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************************US07*
```

Es folgt die Eingabe der übrigen Patientendaten:

Vorname
Geburtsname
Wohnort mit PLZ und Straße
Telefon
Familienstand
Konfession
Nationalität

```
EINGABE = METZGER
EINGABE = JOSEFINE
EINGABE = FLEISCHER
EINGABE = 85
EINGABE = NUERNBERG
EINGABE = BURGSTR. 1A
EINGABE =
EINGABE = H
EINGABE = L
EINGABE = D
EINGABE =
```

Schließlich wird die zugeteilte Vormerknummer vom System bekanntgegeben:

```
AUSGABE = ***************************************************
          *                                                 *
          *                                                 *
          *DIE VORMERKUNG DES PATIENTEN WURDE EINGETRAGEN.  *
          *                                                 *
          *VORMERK-NUMMER: V-7-0019                         *
          *                                                 *
          *BITTE GEBEN SIE DEN NAECHSTEN BEFEHL EIN.        *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          *                                                 *
          ***************************************DS07*
```

Die Belastung der Station 14 ist jetzt folgende:

```
EINGABE = AL,7,14

AUSGABE = ***********************************************
          *AL,7,14                                      *
          *                                             *
          *MEDIZINISCHE KLINIK          AUSLASTG. STAT. 14 *
          *                                             *
          *DATUM  WT   GK    GB    PK    PB    NK    NM    AF *
          *                                             *
          *03.02. DI   5.00  1.00  3.00  1.00  2.00  0.00 20%*
          *04.02. MI   5.00  0.93  3.00  0.93  2.00  0.00 20%*
          *05.02. DO   5.00  0.86  3.00  0.86  2.00  0.00 20%*
          *06.02. FR   5.00  0.79  3.00  0.79  2.00  0.00 20%*
          *07.02. SA   5.00  0.74  ****  0.74  2.00  0.00 20%*
          *08.02. SO   5.00  0.69  ****  0.69  2.00  0.00 20%*
          *09.02. MO   5.00  0.62  3.00  0.62  2.00  0.00 20%*
          *10.02. DI   5.00  1.57  3.00  1.57  2.00  0.00 20%*
          *11.02. MI   5.00  1.46  3.00  1.46  2.00  0.00 20%*
          *12.02. DO   5.00  1.39  3.00  1.39  2.00  0.00 20%*
          *13.02. FR   5.00  1.27  3.00  1.27  2.00  0.00 20%*
          *14.02. SA   5.00  1.19  ****  1.19  2.00  0.00 20%*
          *                                             *
          *WIRD FORTGESETZT, BITTE WEITER MIT SEND.     *
          ***********************************************0S12*
```

Die Patientin ist in die Warteliste eingetragen worden:

```
EINGABE = WL,7,14

AUSGABE = ***********************************************
          *WL,7,14                                      *
          *                                             *
          *MEDIZINISCHE KLINIK                          *
          *        WARTELISTE FUER STATION 14           *
          *                                             *
          *NAME                  G-DATUM  V-NUMMER A-DATUM *
          *                                             *
          *METZGER               25.10.40 V-7-0019 03.02.76 *
          *HOLER                 04.05.06 V-7-0016 10.02.76 *
          *                                             *
          *ENDE DER LISTE:  INSGESAMT 02 PATIENTEN      *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          *                                             *
          ***********************************************0S14*

EINGABE = ENDE
```

6.3. Berechnung der Notfallkapazität der Medizinischen Klinik

Für die Medizinische Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurde die erforderliche Notfallkapazität berechnet. Dazu wurde das in Abschn. 6.2.3.2. beschriebene Programm verwendet.

Abb. 6.3./1 zeigt Ausschnitte aus den Ausgabelisten. Eingegeben wurden die mittlere Ankunftsrate der Notfallpatienten, die mittlere Verweildauer sowie die maximal zulässige Abweisungsquote. Das Programm ermittelte daraufhin alle übrigen Kenngrößen des Systems. Die Systemgröße (Abb. 6.3./1) ist definitionsgemäß gleich der Anzahl der Kanäle, d.h. der Betten.

In den Tabellen 6.3./1-3 ist das Ergebnis der Berechnungen zusammengestellt. Die Notfallkapazitäten der Stationen 13 und 14 (Frauenstationen) bzw. 21/23/24 wurden zusammengelegt. Die Ankunftsraten der Notfälle wurden aus Tabelle 4.4.4./1 übernommen. Die Verweildauern der Notfallpatienten wurden nach Daten von Kohlschreiber [1974, Blatt 58 - 62] eingegeben.

Abb. 6.3./1

Ergebnisprotokoll der Kapazitätsrechnung

STATION 11

SYSTEMGROESSE	=	7
ANZAHL DER KANAELE	=	7
MITTL. ANKUNFTSRATE DER ELEMENTE	=	1,6000
MITTL. ZWISCHENANKUNFTSZEITEN	=	0,6250
MITTL. ABFERTIGUNGSRATE JE KANAL	=	0,6250
MITTL. VERWEILDAUER JE KANAL	=	1.6000
VERKEHRSDICHTE JE KANAL	=	2,5600
VERKEHRSDICHTE DES SYSTEMS	=	0,3657

****

MITTL. ANZAHL VON ELEMENTEN IM SYSTEM	=	2.5316
MITTL. ANZAHL VON ELEMENTEN IN DER WARTESCHLANGE	=	0,0000
MITTL. ANZAHL VON ELEMENTEN IN DEN KANAELEN	=	2.5316
MITTL. VERWEILZEIT EINES ELEMENTES IM SYSTEM	=	1,6000
MITTL. VERWEILZEIT EINES ELEMENTES IN DER WARTESCHLANGE	=	0,0000
WAHRSCHEINLICHKEIT, DASS DAS SYSTEM 0 ELEMENTE ENTHAELT	=	0,0777
WAHRSCHEINLICHKEIT, UEBERHAUPT WARTEN ZU MUESSEN	=	0,0111
AUSLASTUNG DES SYSTEMS	=	0,3617

DIE WAHRSCHEINLICHKEITEN W(N), DASS DAS SYSTEM N ELEMENTE ENTHAELT:

N	W(N)	N	W(N)	N	W(N)	N	W(N)	N	W(N)	N	W(N)
1	0.198869845	2	0.254553402	3	0.217218903	4	0.139020098	5	0.071178290	6	0.030369404
7	0.011106525										

Tabelle 6.3./1	Berechnung der erforderlichen Notfallkapazitäten der Medizinischen Klinik (1)

Stationen 10/11: $\lambda = 2.640$ $\mu = 0.625$ $t_{an} = 0.389$ $t_{ab} = 1.600$ $\rho = 4.224$

k=N	ρ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
4	>1.0	-	-	-
5	0.845	0.219	3.299	0.660
6	0.704	0.134	3.660	0.610
7	0.603	0.075	3.909	0.558
8	0.528	0.038	4.064	0.508
9	0.469	0.018	4.150	0.461
10	0.422	0.007	4.193	0.419
11	0.384	0.003	4.212	0.383
12	0.352	0.001	4.220	0.352
13	0.325	0.000	4.222	0.325

Stationen 13/14: $\lambda = 0.450$ $\mu = 0.069$ $t_{an} = 2.222$ $t_{ab} = 14.50$ $\rho = 6.525$

k=N	ρ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
6	>1.0	-	-	-
7	0.932	0.219	5.096	0.728
8	0.816	0.152	5.536	0.692
9	0.725	0.099	5.879	0.653
10	0.653	0.061	6.129	0.613
11	0.593	0.035	6.298	0.573
12	0.544	0.019	6.404	0.534
13	0.502	0.009	6.465	0.497
14	0.466	0.004	6.497	0.464
15	0.435	0.002	6.513	0.434
16	0.408	0.001	6.520	0.408
17	0.384	0.000	6.523	0.384

Stationen 21/23/24: $\lambda = 0.650$ $\mu = 0.072$ $t_{an} = 1.539$ $t_{ab} = 13.90$ $\rho = 9.035$

k=N	ρ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
9	>1.0	-	-	-
10	0.904	0.170	7.503	0.750
11	0.821	0.122	7.930	0.721
12	0.753	0.084	8.273	0.689
13	0.695	0.055	8.535	0.657
14	0.645	0.035	8.723	0.623
15	0.602	0.020	8.851	0.590
16	0.565	0.011	8.932	0.558
17	0.532	0.006	8.981	0.528
18	0.502	0.003	9.008	0.500
19	0.476	0.001	9.022	0.475
20	0.452	0.000	9.029	0.452

Tabelle 6.3./2	Berechnung der erforderlichen Notfallkapazitäten der Medizinischen Klinik (2)

Station 32: $\lambda = 0.07$ $\mu = 0.108$ $t_{an} = 14,286$ $t_{ab} = 9.300$ $\Big\} \varrho = 0.651$

k=N	ϱ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
1	0.651	0.394	0.394	0.394
2	0.326	0.114	0.577	0.289
3	0.217	0.024	0.635	0.212
4	0.163	0.004	0.649	0.162
5	0.130	0.001	0.651	0.131
6	0.109	0.000	0.651	0.109

Station 41: $\lambda = 0.08$ $\mu = 0.057$ $t_{an} = 12.50$ $t_{ab} = 17.50$ $\Big\} \varrho = 1.40$

k=N	ϱ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
1	>1.0	-	-	-
2	0.700	0.290	0.994	0.497
3	0.467	0.119	1.233	0.411
4	0.350	0.040	1.344	0.336
5	0.280	0.011	1.385	0.277
6	0.233	0.003	1.396	0.233
7	0.200	0.001	1.399	0.200
8	0.175	0.000	1.400	0.175

Station 42: $\lambda = 0.09$ $\mu = 0.049$ $t_{an} = 11.11$ $t_{ab} = 20.50$ $\Big\} \varrho = 1.845$

k=N	ϱ/k	w_N	$\bar{n}_c$	L
1	>1.0	-	-	-
2	0.923	0.374	1.154	0.577
3	0.615	0.187	1.500	0.500
4	0.461	0.080	1.699	0.425
5	0.369	0.029	1.792	0.359
6	0.308	0.009	1.829	0.305
7	0.264	0.002	1.841	0.263
8	0.231	0.001	1.844	0.231
9	0.205	0.000	1.845	0.205

Tabelle 6.5./3	Berechnung der erforderlichen Notfallkapazitäten der Medizinischen Klinik (3)

Verwendete Symbole:

λ = mittlere Ankunftsrate der Notfälle pro Tag

t_{an} = $1/\lambda$ = mittlere Zwischenankunftszeit der Notfälle in Tagen

μ = mittlere Abfertigungsrate der Notfälle pro Tag

t_{ab} = $1/\mu$ = mittlere Verweildauer der Notfälle in Tagen

ϱ = λ/μ = Verkehrsdichte

k = N = Anzahl der Notfallbetten

w_N = Wahrscheinlichkeit, daß alle Notfallbetten belegt sind

$\bar{n}_c$ = mittlere Anzahl der anwesenden Notfallpatienten

L = mittlere Auslastung der Station

6.4. Simulationsergebnisse

Mit dem Programm KASIM II wurden eine Reihe von Simulationsläufen durchgeführt, um das Verhalten des Planungssystems in einem längeren Zeitraum zu studieren.

Die Simulationsläufe erstreckten sich über einen (simulierten) Zeitraum von 150 bzw. 300 Tagen. Die Rechenzeiten betrugen ca. 22 bzw. 45 Minuten. Als Anlaufphase wurde ein Drittel der Simulationsdauer gewertet, was sich als ausreichend erwies: die Ergebnisse waren nach dieser Zeit stabil.

Das wichtigste Ergebnis war die Form der Kurven der mittleren Belastung der Stationen durch Nichtnotfallpatienten über den Planungszeitraum. Die täglich ermittelten Belastungsvektoren nach (5.20) wurden elementeweise addiert und die Summen durch die Anzahl der addierten Vektoren dividiert. In Abb. 6.4./1 ist der so berechnete mittlere Belastungsvektor einer nicht voll ausgelasteten Station,in Abb. 6.4./2 der einer über den gesamten Planungszeitraum hoch ausgelasteten Station dargestellt.

Abb. 6.4./1	Verlauf des mittleren Belastungsvektors einer nicht voll ausgelasteten Station

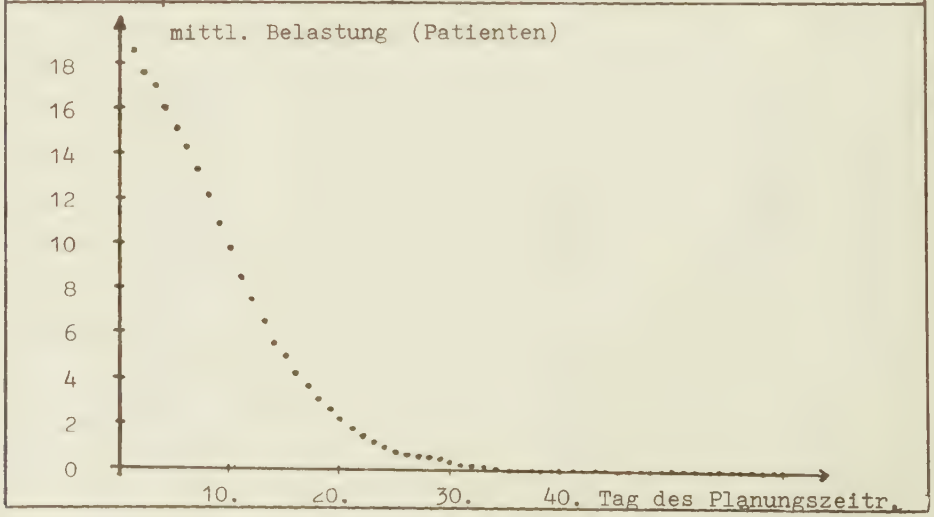
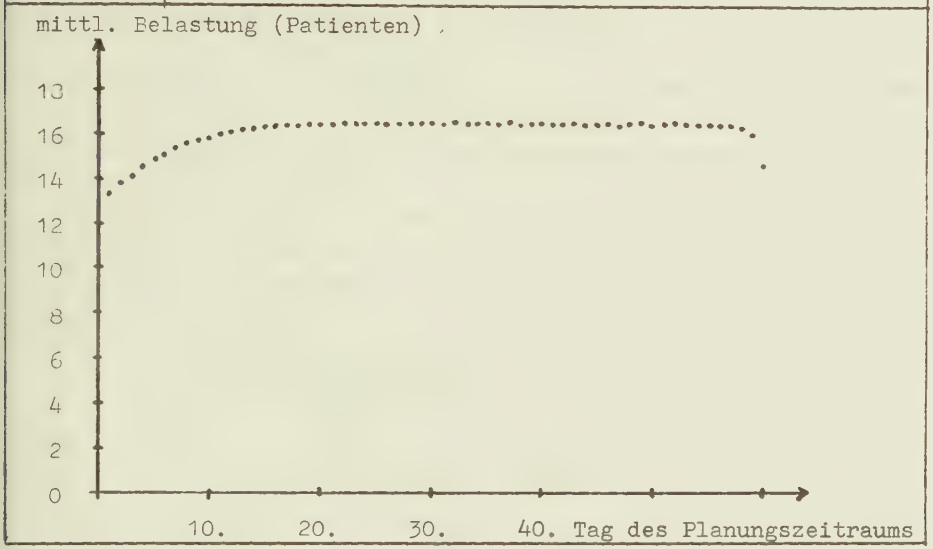


Abb. 6.4./2 Verlauf des mittleren Belastungsvektors einer hoch ausgelasteten Station



Beim Betrachten des Verlaufs des mittleren Belastungsvektors in Abb. 6.4./2 fällt auf, daß die mittlere tatsächliche Belastung (d.h. bei $t = t_o$, hier $t_o = 1$) nur 13.4 Patienten beträgt, obwohl eine für alle Tage des Planungszeitraums gleiche Belastung von 16.8 Patienten angestrebt wurde. Der Erwartungswert der Belastung steigt bei $t > t_o$ an und nähert sich langsam der angestrebten Grenze von 16.8 Patienten. Dieser Verlauf entspricht nicht dem Verlauf, wie er in Abb. 5.4./1 dargestellt ist und wie eigentlich aufgrund der Zielsetzung erwartet wird. Der festgestellte Verlauf der Belastung ist nicht zufällig, wie verschiedene Simulationsläufe ergaben.

Der Effekt, daß die tatsächliche Belastung unter der angestrebten Belastung bleibt, kann folgendermaßen erklärt werden:

Der Erwartungswert der Belastung nach (5.20) setzt sich aus den Belastungen durch vorgemerkte und anwesende Patienten zusammen. Setzt man die gleiche Verweildauerverteilung für beide Typen von Patienten voraus, dann ist der Erwartungswert der Belastung anwesender Patienten in der Regel kleiner als der vorgemerkter Patienten,

da die bedingten Wahrscheinlichkeiten nach (5.12) (Fall $t_{auf} < t_o$) ebenfalls meistens kleiner sind als die unbedingten Wahrscheinlichkeiten (Fall $t_{auf} \geqslant t_o$). Diese Aussage muß deswegen so allgemein gehalten werden, weil die Wahrscheinlichkeiten letztlich durch die Verweildauerverteilungen beeinflußt werden. Auch die geschätzte Dauer der Belastung ist bei schon anwesenden Patienten kürzer als bei erst vorgemerkten Patienten. Das folgt aus der Verwendung gestutzter Verweildauerverteilungen (siehe Abschn. 5.9.2.). Insgesamt ist also die tatsächliche Belastung der Station kleiner als bei der Einplanung neuer Patienten angenommen wird. Für vorgemerkte Patienten wird mehr Platz reserviert als diese Patienten nach ihrer Aufnahme benötigen. Deshalb werden auch weniger Patienten pro Tag vorgemerkt als eigentlich aufgenommen werden könnten. Und daraus resultiert die geringere tatsächliche Belastung.

Die Form der Kurve der erwarteten Belastung ändert sich nur geringfügig, wenn man die angestrebte Belastung variiert (vgl. Abb. 6.4./3 und 6.4./4).

Abb. 6.4./3	Verlauf der mittleren Belastung bei einer angestrebten Belastung von 80%

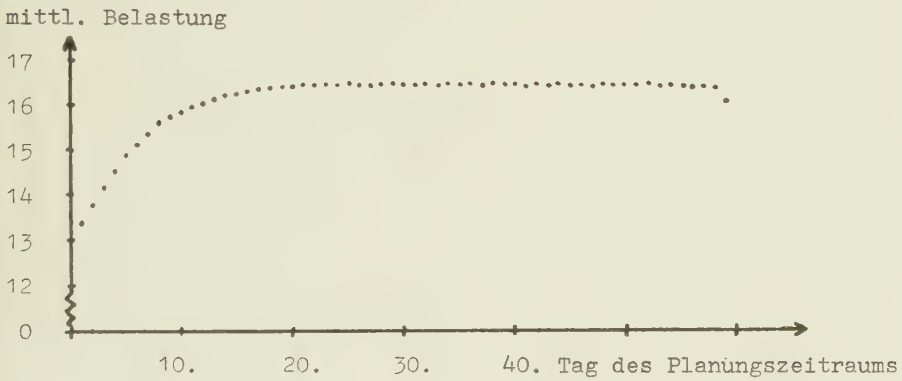
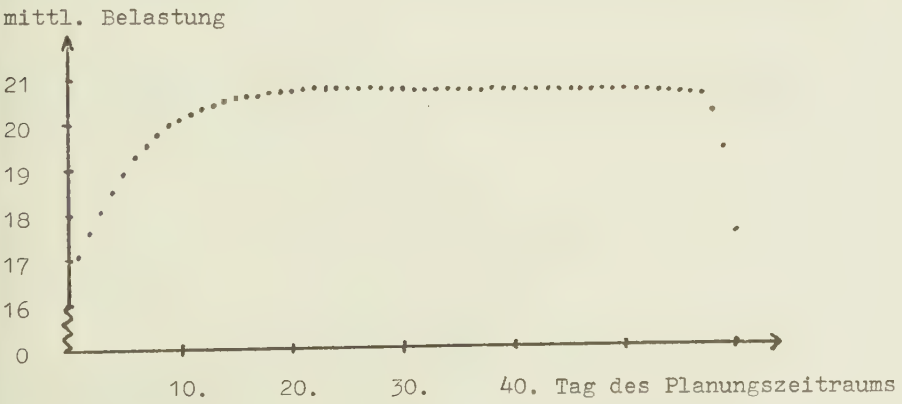


Abb. 6.4./4	Verlauf der mittleren Belastung bei einer angestrebten Belastung von 100%



Will man diese eigentlich nicht beabsichtigte Minderbelastung vermeiden, so bieten sich zwei Möglichkeiten an:

- Man überläßt es dem Terminierungsalgorithmus, die Lücke in der Belastung auszugleichen. Bei der Terminierung werden aber nur solche Patienten eingeplant, deren individueller Belastungsvektor stärker abfällt als der Belastungsvektor der Station in dem in Frage kommenden Bereich ansteigt. Dies ist bei Patienten der Fall, die relativ kurz in der Klinik bleiben werden. Der Terminierungsalgorithmus bevorzugt also Patienten, die kürzere geschätzte Verweildauern aufweisen.
- Man legt den Vektor der angestrebten Kapazitätsbelastung $C_{p,t}$, $t=t_o,\ldots,T$ (siehe Abschnitt 5.9.8.) nicht so fest, daß alle $C_{p,t}$ den gleichen Wert haben, sondern man paßt $C_{p,t}$, $t=t_o,\ldots,T$ der Form der festgestellten Stationsbelastung an und verschiebt $C_{p,t}$, $t=t_o,\ldots,T$ so, daß C_{t_o} der angestrebten Belastung entspricht.

In den Abb. 6.4./5 bzw.6.4./6 ist die mittlere Varianz der Belastungen dargestellt, die zu den Belastungen in den Abb. 6.4./1 bzw. 6.4./2 gehört.

Abb. 6.4./5	Verlauf der mittleren Varianz der Belastung in Abb. 6.4./1

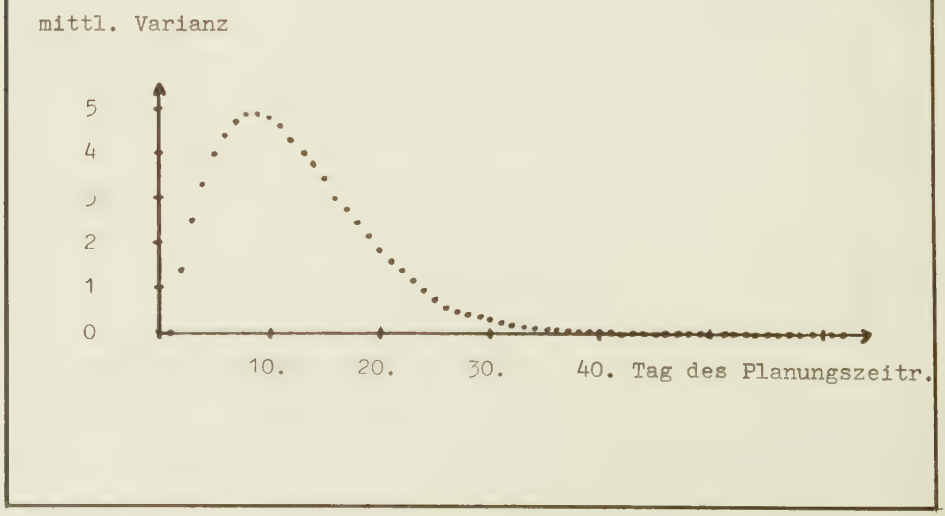
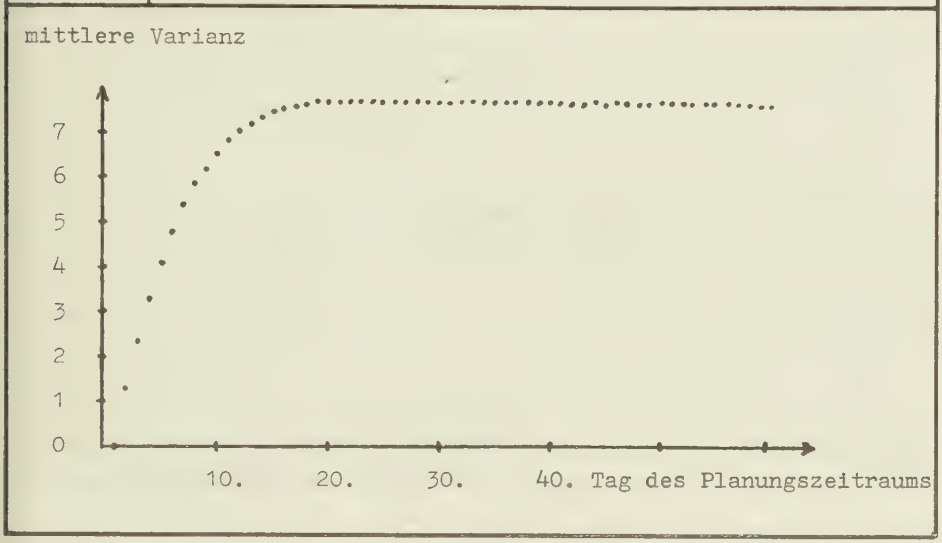


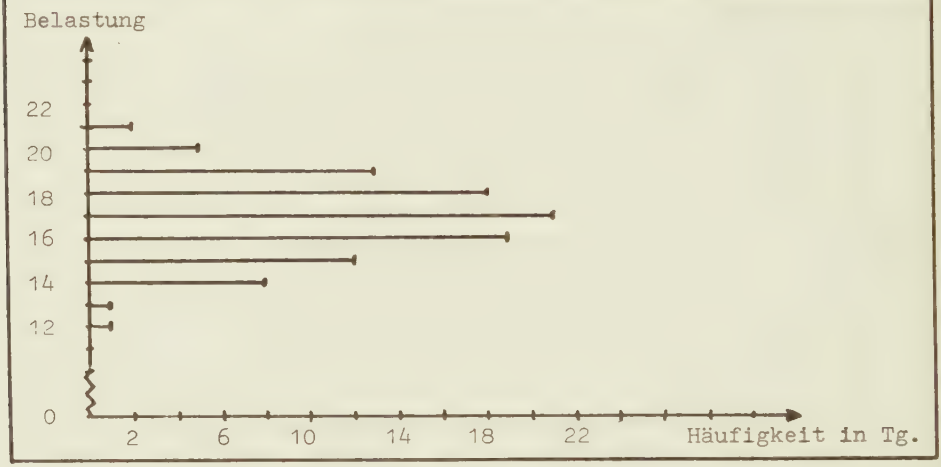
Abb. 6.4./6	Verlauf der mittleren Varianz der Belastung in Abb. 6.4./2



Die Varianzen der Belastung nach (5.21) wurden wie die zugehörigen Erwartungswerte gemittelt. Der Verlauf der Kurve der Varianz entspricht dem erwarteten Ergebnis. Die Varianz hat am Tag t_o den Wert 0, weil in diesem Fall die berechnete Belastung mit Sicherheit eintritt, d. h. für jeden am Tag t_o anwesenden Patienten i gilt: $p_i(t_o, t_{auf_i}) = 1$. Deshalb folgt aus (5.21) $s^2_{t_o} = 0$.

Die bei der Simulation festgestellte Verteilung der tatsächlichen Belastung der Station mit der mittleren erwarteten Belastung nach Abb. 6.4./4 zeigt Abb. 6.4./7.

Abb. 6.4./7 Verteilung der tatsächlichen Belastung



Die tatsächliche Belastung ist mit großer Sicherheit normal verteilt. Der χ^2-Test ergab, daß bei Ablehnung der Hypothese, die geprüfte Verteilung sei eine Normalverteilung, die Sicherheitswahrscheinlichkeit nur ca. 2 % beträgt.

6.5. Kosten-Nutzen-Analyse

Der Nutzen des vorgeschlagenen Gesamtmodells zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten ergibt sich aus dem Erfüllungsgrad der Ziele des Zielsystems und daraus, daß die Planung transparent gemacht wird.

Die Transparenz der Planung wird einmal dadurch bewirkt, daß die Zielsetzung der Planung klar formuliert ist. Die einzelnen Ziele und ihre Gewichtung innerhalb des Zielsystems sind eindeutig festgelegt. Die Planung erfolgt nach einheitlichen Regeln, deren Zweck und deren Auswirkungen auf das Zielsystem bekannt sind. Das bedeutet aber nicht, daß die Planung starr ist; durch die Wahl unterschiedlicher Werte der Modellparameter kann ein hohes Maß an Flexibilität erreicht werden. Durch den Zwang zur Dokumentation der Parameterwerte wird die Transparenz der Planung trotz großer Anpassungsfähigkeit verbessert.

Durch die logisch zentrale, räumlich aber dezentrale Planung wird der Planungsvorgang außerdem objektiviert. Dazu gehört, daß die Planungsziele quantifiziert werden. Bei der Kapazitätsplanung geschieht dies durch die Vorgabe maximal zulässiger Abweisungsquoten bzw. Wartezeiten, bei der Terminplanung durch Festlegen maximal zulässiger Überlastungswahrscheinlichkeiten bzw. angestrebter Kapazitätsauslastungen. Durch Messen der tatsächlich erreichten Werte kann das Einhalten der Planungsziele kontrolliert werden.

Zu diesen allgemeinen Vorteilen der Aufnahmeplanung kommt noch der spezielle Nutzen der Teilmodelle, der sich aus dem Zielerreichungsgrad der Teilziele ergibt (vgl. dazu Abschn. 2.).

Naturgemäß ist eine (monetäre) Bewertung des Nutzens des Planungssystems schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Deshalb soll hier eine Bewertung der Vorteile der Planung unterbleiben. Sie muß, wie die Festlegung der Ziele und ihrer Gewichtung, dem Anwender vorbehalten bleiben.

Der Aufwand (bzw. die Kosten) für das System muß für die beiden Teilmodelle getrennt betrachtet werden.

Der Aufwand, der für die Kapazitätsplanung betrieben werden muß, besteht hauptsächlich im Ermitteln der Ankunfts- und Verweildauerverteilungen der Patienten. Der reine Datenerfassungsaufwand für die in Abschn. 4 beschriebene Analyse betrug 4,5 Mannmonate. Diese Zeit wurde benötigt, um die Daten aus den Krankenblättern auf maschinell lesbare Datenträger zu übertragen. Durch Führen und Auswerten geeigneter Statistiken kann der Aufwand, der zur Überprüfung der Gültigkeit der zur Berechnung der Warteschlangenmodelle erforderlichen Daten nötig ist, beträchtlich reduziert werden.

Die erstmalige und bei wesentlichen Datenänderungen zu wiederholende Berechnung der analytischen Warteschlangenmodelle kann prinzipiell ohne Verwendung einer Rechenmaschine erfolgen. Zur Durchführung von Sensitivitätsanalysen, d.h. zur Berechnung von Tabellen zur Entscheidungshilfe, wie z.B. Tabelle 5.8.1./1, empfiehlt sich allerdings, eine Rechenanlage zu benutzen, um den Rechenaufwand zu verkleinern und um Rechenfehler auszuschließen.

Die Berechnung der Ergebnisse in Tabelle 5.8.1./1 dauerte etwa 5 Sekunden (CPU-Zeit).

Der Aufwand für die Terminplanung ist im Verhältnis zum Aufwand für die Kapazitätsplanung wesentlich größer, da auf eine elektronische Datenverarbeitungsanlage nicht verzichtet werden kann. Die Größe der benötigten Anlage richtet sich nach den Ansprüchen, die an das System gestellt werden. So kann man bei geschickter Programmierung und ausreichender Direktzugriffsspeicherkapazität (z.B. Floppies, Platten) ein solches System bereits auf einer Anlage der mittleren Datentechnik installieren. Der Kernspeicherbedarf des an der CD 3300 implementierten Planungssystems beträgt rund 28 k Wörter à 24 bit. Bei dieser Angabe ist jedoch zu berücksichtigen, daß beim Aufbau des Programmsystems konsequent Overlay-Technik angewendet wurde. Der Bedarf an Direktzugriffsspeicher hängt im wesentlichen ab von der Anzahl der Patienten, der Stationen, der Krankheiten und vom Planungshorizont. Der weitaus größte Teil der Rechenzeiten des Systems entfällt auf das tägliche Aktualisieren der Belastungsdatei;

die Rechenzeit hierfür ist abhängig von der Größe des Planungszeitraums und von der Anzahl der anwesenden und vorgemerkten Patienten. Der Rechenaufwand für die Terminsuche für einen einzelnen Patienten ist gering, was in einer durchschnittlichen Antwortzeit des Dialogsystems von 1 Sekunde zum Ausdruck kommt.

Für eine vollständige Neuimplementierung des ganzen Planungssystems aufgrund des vorliegenden Konzeptes müssen, abgesehen vom Datenerfassungsaufwand, etwa 6 Mannmonate angesetzt werden. In dieser Zeitschätzung ist der Programmieraufwand für ein Terminalsteuerungssystem nicht enthalten. Die Arbeiten zur Erstellung des vorliegenden Programmsystems dauerten etwa 22 Mannmonate (einschließlich Literaturbeschaffung und Datenerfassung).

Der gesamte Aufwand für das Planungssystem verringert sich, wenn die Planung in ein bereits bestehendes Krankenhausinformations- und Steuerungssystem integriert werden kann.

6.6. Die Anwendung des Systems

Das beschriebene System konnte bisher in keinem Krankenhaus eingesetzt werden. Drei Gründe waren dafür ausschlaggebend:

- An den Universitätskliniken Erlangen-Nürnberg fehlen die technischen Voraussetzungen für die Verwendung des Systems. Die vorhandene (Prozeß-)Rechnerkapazität im Medizinischen Fachbereich reicht nicht aus, um das Planungssystem einsetzen zu können. Der vorhandene zentrale Universitätsrechner wird demnächst durch einen anderen abgelöst, so daß ein Anschluß an die CD3300 nicht mehr sinnvoll ist. Außerdem können die Kosten für die notwendigen Terminals usw. nicht aufgebracht werden.
- An anderen Universitätskliniken bestand bisher kein Interesse an dem System.
- An Nicht-Universitätskliniken fehlt die Motivation zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten. Die Kapazitätsplanung würde nur aufzeigen, daß in der Regel überreichlich Kapazität vorhanden ist. Terminierungsprobleme bestehen deswegen nicht.

Als Indiz dafür kann gelten, daß in der Regel eine hohe Auslastung der Krankenhäuser mit nur geringen Wartezeiten der Patienten bis zur Aufnahme verbunden ist.

Eine Planung der Aufnahme von Patienten würde unter dem zur Zeit bestehenden Kostenerstattungssystem der Krankenkassen nur zu einer Verschlechterung der Ertragssituation der Krankenhäuser führen, da eine der ersten Auswirkungen der Planung die Reduzierung der Verweildauern auf ein medizinisch notwendiges Maß sein müßte. Die daraus resultierende Ertragsminderung müßte über eine Steigerung der Pflegesätze oder über eine grundsätzliche Änderung des Abrechnungssystems (Abrechnung von Leistungen und nicht nach Pflegetagen) ausgeglichen werden. Es scheint jedoch fraglich, ob eine solche Veränderung politisch durchsetzbar ist.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Modell zur Planung der Aufnahme stationärer Patienten entwickelt.

Das Zielsystem, das diesem Planungsmodell zugrunde liegt, enthält die Ziele aller von der Aufnahme direkt oder indirekt Betroffenen: Patienten, Krankenhauspersonal, Krankenhausträger und Kostenträger.

Der Entwicklung des Planungsmodells ging eine umfangreiche Datenanalyse in der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg voraus. Erfaßt wurden die Daten von ca. 4000 Patienten (bzw. Krankenhausaufenthalten). Die Patienten wurden klassifiziert nach Alter, Geschlecht, Krankheit und Dringlichkeit der Aufnahme. Da zwischen dem zeitlichen Auftreten der Nachfrage nach Aufnahme und der eigentlichen Aufnahme der Patienten ein prinzipieller Unterschied besteht, wurde das zeitliche Verhalten des Eintreffens beider Ereignisse gesondert untersucht. Es konnte festgestellt werden, daß die Ankünfte der Nachfragen nach Aufnahme, die nur im Fall von Notfällen mit der tatsächlichen Aufnahme identisch sind, annähernd einer Poissonverteilung gehorchen. Die Güte der Anpassung der Nachfrageverteilung war hoch, wie mit Hilfe des χ^2-Tests festgestellt wurde. Saisonale Schwankungen der Ankunftsraten traten nur innerhalb eines Zeitraums von einer Woche auf (Schwankungen bezüglich der Wochentage). Die Verweildauern der Patienten wurden nach Patientengruppen untersucht. Die ermittelten Verweildauerhäufigkeiten ließen sich, mit Ausnahme der Notfallpatienten, nicht mit ausreichender statistischer Sicher-

heit durch theoretische Verteilungen annähern. Die theoretischen Verteilungen, auf die getestet wurde, waren: Normal-, logarithmische Normal-, Exponential-, Erlang- und Betaverteilung. Die Verweildauern der Notfallpatienten konnten mit ausreichender statistischer Sicherheit als negativ exponentiell verteilt angenommen werden.

Das Planungsmodell, das auf dieser Datenanalyse aufgebaut ist, besteht aus zwei Teilmodellen; ein Teilmodell betrifft die längerfristige Kapazitätsplanung, das andere Modell die kurzfristige Terminplanung.

Ziel der Kapazitätsplanung ist die Bestimmung der für Notfälle und Nichtnotfallpatienten vorzuhaltende Bettenkapazität, unter der Bedingung, daß die Abweisungsquote für Notfälle bzw. die Wartezeit der übrigen Patienten ein vorzugebendes Maß nicht überschreitet. Die Planung erfolgt mittels eines Mehrkanalwarteschlangenmodells, da Ankünfte und Abfertigungen der Notfallpatienten annähernd einer Poissonverteilung gehorchen. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so kann die erforderliche Kapazität mit einem allgemeinen Simulationsmodell ermittelt werden.

Das Terminplanungsmodell hat die Aufgabe, für zeitlich einplanbare Patienten Aufnahmetermine zu ermitteln. Grundlagen dieser Planung sind die aktuelle Belastung der Klinik sowie die speziellen Daten des aufzunehmenden Patienten, wie Alter, Geschlecht, Krankheit usw. Ausgehend von der geschätzten Belastung der in Frage kommenden Aufnahmestation wird ein Aufnahmetermin so bestimmt, daß die Belastung der Station einschließlich der Belastung durch den aufzunehmenden Patienten an allen Tagen des geschätzten Klinikaufenthaltes ein gewünschtes Maß nicht übersteigt. In dem stochastischen Planungsmodell können beliebige Verteilungen für die Verweildauern der Patienten verwendet werden. Der Planungshorizont des Modells ist größer als ein Tag und ist frei wählbar. Eine Beschränkung des Planungshorizonts ergibt sich nur aus dem zur Verfügung stehenden Speicherplatz der Rechenanlage, die für die Terminplanung unabdingbar ist. Das Modell enthält Algorithmen zur automatischen Fortschreibung wesentlicher Modellparameter, die sich in der Zeit ändern können. Deshalb kann das Modell als lernfähig bezeichnet werden.

Für die entwickelten Planungsmodelle wurde aufgezeigt, wie sie in die Konzeption eines integrierten Krankenhaussteuerungssystems eingebettet werden können. Die Gestaltung der erforderlichen Dateien und Programme wurde detailliert vorgeschlagen.

Das vollständige Planungsmodell wurde schließlich für die Rechenanlage CD 3300 der Universität Erlangen-Nürnberg implementiert. Als Programmiersprache für das Kapazitätsplanungsmodell wurde FORTRAN verwendet; das dialogfähige Terminplanungsmodell wurde zum größten Teil in COBOL geschrieben. Einige Simulationsmodelle, die zur Überprüfung des Planungsmodells entwickelt wurden, sind in der Sprache SIMULA formuliert.

Mit Hilfe des Programms zur Kapazitätsplanung wurden die für die einzelnen Stationen bzw. Stationsgruppen der Medizinischen Klinik erforderlichen Notfallkapazitäten berechnet; dabei wurden die Abweisungsquoten variiert, so daß sich ein Katalog von verschiedenen Notfallkapazitäten ergab. Aus diesem Katalog können die Entscheidungsträger die von ihnen gewünschte Abweisungsquote und die dazu gehörende Notfallkapazität auswählen.

Testläufe des Terminplanungsmodells ergaben, daß das System leicht zu bedienen ist und innerhalb kurzer Antwortzeiten Terminvorschläge liefert, die nach Rücksprache mit dem Nachfragenden angenommen oder verworfen werden können. Im Mensch-Maschine-Dialog kann so ein Termin ausgewählt werden, der sowohl für die Klinik als auch für den Patienten annehmbar ist.

Ein Einsatz des Planungssystems in der Praxis eines Krankenhausbetriebes war bisher noch nicht möglich; deshalb steht die Überprüfung der praktischen Brauchbarkeit des Planungsmodells noch aus. Über die Bewährung in der Praxis kann deshalb noch nichts ausgesagt werden.

Literaturverzeichnis

Adam, D.: Krankenhausmanagement im Konfliktfeld zwischen medizinischen und wirtschaftlichen Zielen, Wiesbaden, 1972.

Amulree, A. P., Polak, A.: Length of Stay in Hospitals of the Aged Sick, in: Lancet 263 (1952), S. 191 ff.

Averill, B., Rising, E. J., McBride, T. C., Gage, R. W., Piedmont, E. B.: The Outpatient Care Delivery System - A New Approach, in: Journal of the American College Health Association 20 (1971) 5, S. 334 ff.

Bailey, N. T. J.: Study of Queues and Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments with Special Reference to Waiting Times, in: Applied Statistics 41 (1952), S. 185 ff.

Bailey, N. T. J.: Queuing for Medical Care, in: Applied Statistics 3 (1954), S. 137 ff.

Balintfy, J. L.: A Stochastic Model for the Analysis and Prediction of Admissions and Discharges in Hospitals, Vortrag, 6th International Meetings of TIMS, Paris, 1959.

Balintfy, J. L.: A Stochastic Model for the Analysis and Prediction of Admissions and Discharges in Hospitals, in: Management Sciences: Models and Techniques, Vol. II, S. 288 ff., New York, 1960.

Ball, M. J.: Computers: Prescription for Hospitals Ills, in: Datamation 9 (1975), S. 50 f.

Barnoon, S., Wolfe, H.: Scheduling a Multiple Operating Room System: A Simulation Approach, in: Health Services Research (Winter 1968), S. 272 ff.

Baron, R., Rising, E. J.: Clinical Appointment System with CRT Terminals, Vortragsmanuskript, Amherst, Mass., 1972.

Beenhakker, H. L.: Multiple Correlation - A Technique for Prediction of Future Hospital Bed Needs, in: Operations Research 11 (1963) 5, S. 824 ff.

Birtwistle, G., Dahl, O.-J., Myrhaug, B., Nygaard, K.: SIMULA BEGIN, New York, 1976.

Bithell, J. F., Devlin, H. B.: Prediction and Discharge of Hospital Inpatients, in: Health Services Research (Fall 1968), S. 174 ff.

Bithell, J. F.: A Class of Discrete Time Models for the Study of Hospital Admission System, in: Operations Research 17 (1969a) 1, S. 48 ff.

Bithell, J. F.: The Statistics of Hospital Admission Systems, in: Applied Statistics 18 (1969b) 2, S. 119 ff.

Blumberg, M. S.: Hospital Automation: The Needs and the Prospects, in: Hospitals 35 (1961a), S. 34 ff.

Blumberg, M. S.: DPF Concept Helps Predict Bed Needs, in: The Modern Hospital 97 (1961b) 6, S. 75 ff.

Bock, H. H.: Automatische Klassifikation: Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten, Göttingen, 1974.

Bolling, W. B.: Queuing Model of a Hospital Emergency Room, in: Industrial Engineering 4 (1972) 9, S. 26 ff.

Breu, R., Burdet, C.-A.: Nurse Staffing and Patient Load in a Hospital, University of Ottawa, Working Paper 74-3.

Briggs, G.: Inpatient Admissions Scheduling: Application on a Nursing Service, Dissertation, University of Michigan, 1971.

Brown, R. G.: Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Englewood Cliffs, 1963.

Christl, H. L.: Erfahrungen beim Einsatz eines LP-Modells an der Deutschen Klinik für Diagnostik, Referat auf der Tagung der DGMDS, Arbeitsgruppe Medizinische Informatik, Göttingen, 1974.

Commission on Professional and Hospital Activities: Length of Stay in Short-Term General Hospitals, New York, 1966.

Connor, R. J.: A Hospital Inpatient Classification System, Dissertation, The Johns Hopkins University, 1960.

Connors, M. M.: A Stochastic Elective Admissions Scheduling Algorithm IBM Data Processing Division, Los Angeles, 1968.

Connors, M. M.: A Stochastic Elective Admissions Scheduling Algorithm in: Health Services Research (Winter 1970), S. 308 ff.

CONTROL DATA Corp.: 6400/6500/6600 Computer Systems, SIMULA Reference Manual, 1970.

Dantzig, G. B.: A Hospital Admission Problem, Technical Report Nr. 69-15, Stanford University Publications, 1969.

Davis, L. E., Robinson, G. H.: Estimates of Nursing Man-hours by Disease and Hospital Age, Report Nr. HFT-64-7, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1964.

Davis, R., Johnson, D., Farrow, S.: Planning Patient Care with a Markov Model, in: Operational Research Quarterly 26 (1975) 3, S. 599 ff.

Drosness, D. L. u. a.: Uses of Daily Census Data in Determining Efficiency of Units, in: Hospitals 41 (1967) 23, S. 45 ff. und 41 (1967) 24, S. 45 ff.

Dunn, R. G.: Scheduling Elective Admissions, in: Health Services Research (Summer 1967), S. 181 ff.

Durbin, R. L., Antelman, G.: A Study of the Effects of Selected Variables on Hospital Utilization, in: Hospital Management 98 (1964), S. 57 ff.

Eberle, B. J.: A Stochastic Model for a Hospital Admission System, Dissertation, Case Western Reserve University, 1968.

Eichhorn, S.: Krankenhausbetriebslehre, Bd. II, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz, 1973.

Eichhorn, S.: Krankenhausbetriebslehre, Bd. I, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz, 1974.

Elsholz, K.: Krankenhausfinanzierungsgesetz und Bundespflegesatzverordnung, Baden-Baden, 1974.

Feldstein, M.: Improving the Use of Hospital Maternity Beds, in: Operational Research Quarterly 16 (1965) 1, S. 65 ff.

Ferderber, C. J.: A Standardized Solution for Hospital Systems, in: Datamation 9 (1975), S. 52 ff.

Fetter. R. B., Thompson, J. D.: The Simulation of Hospital Systems, in: Operations Research (1965), S. 689 ff.

Fetter, R. B., Thompson, J. D.: Patients' Waiting Time and Doctors' Idle Time in the Outpatient Setting, in: Health Services Research (Summer 1966), S. 66 ff.

Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, Berlin, 1973.

Flagle, C. D.: The Problem of Organization for Hospital Inpatient Care, in: Management Sciences: Models and Techniques, Vol. II, S. 275 ff., New York, 1960a.

Flagle, C. D.: Operations Research in a Hospital, in: Flagle, C. D. u. a. (Hrsg.): Operations Research and Systems Engineering, Baltimore, 1960b.

Franklin, C. L.: The Administrator and Hospital Efficiency: A Proposal, in: Hospital Administration 14 (1969).

Fries, B. E.: The Effort of Delay Rules in Controlling Unscheduled Visits to Hospitals, Vortragsmanuskript, Joint National Meeting ORSA/TIMS, Las Vegas, 1975.

Fuchs. G., Wagner, G.: Krankenhausinformationssysteme, Bericht über die 16. Jahrestagung der DGMDS 1971 in Berlin, Stuttgart/New York, 1972.

Goldman, J., Knappenberger, H. A., Moore, E. W.: An Evaluation of Operating Room Scheduling Policies, in: Hospital Management (1969), S. 40 ff., S. 51.

Griese, J.: Adaptive Verfahren im betrieblichen Entscheidungsprozeß, Würzburg/Wien, 1972.

Gudaitis, W., Brown, R. A.: Modeling a Hospital Organization, in: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics SMC-5 (1975) 4, S. 441 ff.

Gustavson, D. H.: Comparison of Methodology for Predicting and Explaining Hospital Length of Stay, Dissertation, University of Michigan, 1966.

Gustavson, D. H.: Length of Stay: Prediction and Explanation, in: Health Services Research (Spring 1968), S. 12 ff.

Handyside, A. J., Morris, D.: Simulation of Emergency Bed Occupancy, in: Health Services Research (Fall 1967), S. 287 ff.

Hastings, N. A. J., Peacock, J. B.: Statistical Distributions, London, 1974.

Heinhold, J., Gaede, K. U.: Ingenieur-Statistik, München/Wien, 1972.

Heinz, K.: Die Erlang-Verteilung, in: Ablauf- und Planungsforschung 10 (1969), S. 448 ff.

Hetzke, E., Handreg, W.: Statistische Untersuchungen zur Problematik der Wartezeiten, der Behandlungszeiten und der Gesamtzahl der Patienten, dargestellt an neun Fachabteilungen einer Poliklinik, in: Zeitschrift für ärztliche Fortbildung 65 (1971), S. 329 ff.

Hoffmann de Visme, G. F. A.: A Program Using Random Numbers of Arbitrary Probability Distribution to Simulate the Flow of Patients through a Hospital Casuality Ward, in: Simulation 21 (1973), S. 17 ff.

Immich, H.: Klinischer Diagnoseschlüssel, Stuttgart, 1966.

Jackson, R. R. P.: Design of an Appointments System, in: Operational Research Quarterly 15 (1964) 3, S. 219 ff.

Janson, B.: Choosing a Good Appointment System: A Study of Queues of the Type (D,M,1), in: Operations Research 14 (1966) 2, S. 292 ff.

Jessiman, A. G., Erat, K.: Automated Appointment System to Facilitate Medical-care Management, in: Medical Care 8 (1970), S. 234 ff.

Jewell, W. S., Fox, B. L.: Decision Systems for Scheduling Elective Patients into Hospitals, Report Nr. HFT-64-2, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1964.

Kabak, I. W.: On Scheduling the Delivery of Babies, in: Operations Research 20 (1972) 1, S. 19 ff.

Köhler, C. O.: Integriertes Krankenhaus-Informationssystem - Zielbestimmung und Rahmenmodell, Meisenheim am Glan, 1973.

Kohlschreiber, P.: Auswertung von Patientendaten der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg für die optimale Planung der Bettenbelegung, Diplomarbeit, Universität Erlangen-Nürnberg, 1974.

Kolesar, P.: A Markovian Model for Hospital Admission Scheduling, in: Management Science 16 (1970) 6, S. B-384 ff.

Kolouch, F. T.: Computer Shows How Patient Stay Varies, in: Modern Hospital 105 (1965), S. 130 ff.

Koxholt, R.: Die Simulation - ein Hilfsmittel der Unternehmensforschung, München/Wien, 1967.

Lades, R.: Probleme der Clusteranalyse bei der Klassifikation bayrischer Postleitzahlengebiete nach Bevölkerungsmerkmalen, Diplomarbeit, Universität Erlangen-Nürnberg, 1974.

Lades, R., Schläger, W.: CLAN, Ein EDV-Programm zur Clusteranalyse für die Rechenanlage CD 3300, Arbeitspapiere des Betriebswirtschaftlichen Instituts der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Heft 26, Nürnberg, 1975.

Lim, T., Uyeno, D. Vertinsky, I.: Hospital Admissions Systems - A Simulations Approach, in: Simulation & Games 6 (1975) 2, S. 188 ff.

Martin, J.: Design of Man-Computer Dialogues, Englewood Cliffs, 1973.

Mayer, P.: Entwicklung eines Simulationsmodells zur Erzeugung von Testdaten für die Überprüfung eines Patientenaufnahmesystems, Diplomarbeit, Universität Erlangen-Nürnberg, 1975.

McCorkle, L. P.: Utilization of Facilities of a University Hospital: Length of Inpatient Stay in Various Hospital Departments, in: Health Services Research (Summer 1966), S. 91 ff.

McCorkle, L. P.: Duration of Hospitalization Prior to Surgery, in: Health Services Research (Summer 1970).

Mertens, P.: Simulation, Stuttgart, 1969.

Meyer, M., Hansen, K., Rohde, M.: Mathematische Planungsverfahren I, Essen, 1973.

Meyer, M., Hansen, K., Klausmann, H.-S.: Mathematische Planungsverfahren II, Essen, 1975.

Milsum, J. H., Turban, E., Vertinsky, I.: Hospital Admission Systems: Their Evaluation and Management, in: Management Science 19 (1973) 6, S. 646 ff.

Mize, J. H., Cox, J. G.: Essentials of Simulation, Englewood Cliffs, 1968.

Mohammad, K.: Stochastic Models of the Variation in Hospital Daily Census - With Increased Capabilities for Varying Operating Methods and Parameters, Dissertation, University of California, 1973.

Newell, D. J.: Provision of Emergency Beds in Hospitals, in:Brit. J. prev. soc. Med. 8 (1954), S. 77 ff.

Offensend, F. L.: A Hospital Admission System Based on Nursing Work Load, in: Management Science 19 (1972) 2, S. 132 ff.

Parker, R. D.: Variation of the Occupancy of Two Medical Units with the Amount of Sharing Between the Units, in: Health Services Research (Fall 1968), S. 214 ff.

Pike, M. C., Proctor, D. M., Wyllie, J. M.: Analysis of Admissions to a Casuality Ward, in: Brit. J. prev. soc. Med. 17 (1963), S. 172 ff.

Rényi, A.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Berlin, 1973.

Rettenmaier, G., Becher, H., Matt, K. H., Dittmeyer, R., Müller, K.: Aufnahme von stationären Patienten mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage, in: Meth. Inform. Med. 11 (1972) 1, S. 22 ff.

Rising, E. J., Averill, B., Baron, R.: A System Analysis of a University-Health-Service Outpatient Clinic, in: Operations Research 21 (1973) 5, S. 1030 ff.

Robinson, G. H.: Statistics on Hospital Census, Admission and Discharge Rates, and Admission Intervals, Report Nr. HFT-64-4, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1964.

Robinson, G. H.: Hospital Admission Scheduling Control, Report Nr. HFT-65-4, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1965.

Robinson, G. H., Gargour, N.: An Analysis of Hospital Patient Length of Stay, Report Nr. HFT-64-3, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1964.

Robinson, G. H., Johnson, G. C.: The Physician as an Estimator of the Length of Patient Stay, Report Nr. HFT-65-15, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1965.

Robinson, G. H., Davis, L. E., Johnson, G. C.: The Physician as an Estimator of Hospital Stay, in: Human Factors 8 (1966) 3, S. 201 ff.

Robinson, G. H., Davis, L. E., Leifer, R. P.: Prediction of Hospital Length of Stay, in: Health Services Research (Winter 1966), S. 287 ff.

Robinson, G. H., Wing, R., Davis, L. E.: Computer Simulation of Hospital Patient Scheduling System, in: Health Services Research (Summer 1968), S. 130 ff.

Rockart, J. F., Hofman, P. B.: Physician and Patient Behaviour under Different Scheduling Systems in a Hospital Outpatient Department, in: Medical Care 7 (1969), S. 463 ff.

Rohlfing, H.: SIMULA, Mannheim/Wien/Zürich, 1973.

Rossiter, O. E., Reynolds, J. A.: Automatic Monitoring of the Time Waited in Outpatient Departments, in: Medical Care 1 (1963) 4, S. 218 ff.

Rubenstein, L. S.: Computerized Hospital Inpatient Admission Scheduling System - A Model, Vortrag, Joint National Meeting ORSA/TIMS, Las Vegas, 1975.

Shonik, W.: A Stochastic Model for Occupancy - Related Random Variables in General-Acute Hospitals, in: Journal of the American Statistical Assoc. 65 (1970), S. 1474 ff.

Shonik, W., Jackson, J.: An Improved Stochastic Model for Occupancy-Related Random Variables in General-Acute Hospitals, in: Operations Research 21 (1973) 4, S. 952 ff.

Singer, S.: A Stochastic Model of Variation of Categories of Patients Within a Hospital, Dissertation, The Johns Hopkins University, 1961.

Smith, W. G., Solomon, M. B.: A Simulation of Hospital Admission Policy, in: Communications of the ACM 9 (1966) 5, S. 362 ff.

Soriano, A.: A Comparative Study of Block and Individual Appointment Systems in the Outpatient Department, Masters Essay, The Johns Hopkins University, 1960.

Soriano, A.: Comparison of Two Scheduling Systems, in: Operations Research 14 (1964), S. 388 ff.

Soriano, A.: On the Problem of Batch Arrivals and its Application to a Scheduling System, in: Operations Research 14 (1966), S. 398 ff.

Späth, H.: Cluster-Analyse-Algorithmen zur Objektklassifikation und Datenreduktion, München/Wien, 1975.

Stockholms Läns Landsting: Aktuelle Beschreibung des medizinischen Informationssystems, Stockholm, 1972.

Thompson, J. D., Avant, O. W., Spiker, E. D.: How Queuing Theory Works for the Hospital, in: The Modern Hospital 94 (1960) 3, S. 75 ff.

Thompson, J. D., Fetter, R. B.: The Economics of the Maternity Service, in: Yale Journal of Biology and Medicine 36 (1963), S. 91 ff.

Thompson, J. D., Fetter, R. B., McIntosh, C. S., Pelletier, R. J.: Use of Computer Simulation Techniques in Predicting Requirements for Maternity Facilities, in: Hospitals 37 (1963), S. 45 ff, und 132.

Thompson, J. D., Fetter, R. B.: Economics of Occupancy with Varying Mixes of Private and Other Patient Accomodations: A Simulation, in: Health Services Research (Spring 1969), S. 42 ff.

Trigg, D. W., Leach, A. G.: Exponential Smoothing with an Adaptive Response Rate, in: Operational Research Quarterly 18 (1967), S. 271 ff.

Vogel, F.: Probleme und Verfahren der numerischen Klassifikation, Göttingen, 1975.

Weckwerth, V. E.: How to Use and Misuse Average Length of Stay Data, in: The Modern Hospital 105 (1965) 4, S. 114 ff. und 176 f.

Welch, J. D., Bailey, N. T. J.: Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments, in: Lancet 1 (1952), S. 1107 ff.

Welch, J. D.: Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments, in: Operational Research Quarterly 15 (1964), S. 224 ff.

White, M. B. J., Pike, M. C.: Appointment Systems in Outpatients' Clinics and the Effect of Patients' Unpunctuality, in: Medical Care 2 (1964) 3, S. 133 ff.

Whitston, C. W.: An Analysis of the Problems of Scheduling Surgery, in: Hospital Management 99 (1965), April S. 58 ff., May S. 45 ff.

Wing, P., Robinson, G. H.: Computer Programs for Simulating Hospital Scheduling Systems, Report Nr. HFT-66-1, Human Factors in Technology Research Group, University of California, Berkeley, 1966.

Wing, P.: Automated System for Scheduling Admissions, in: Hospital Management 104 (1967), S. 53 ff.

Wood, C. T., Lamontagne, A.: Computer Assists Advance Bed Booking, in: Hospitals 43 (1969), S. 67 ff.

Young, J. P.: A Queuing Theory Approach to the Control of Hospital Inpatient Census, Dissertation, The Johns Hopkins University, 1962.

Young, J. P.: Stabilization of Inpatient Bed Occupancy Through Control of Admissions, in: Hospitals 39 (1965), S. 41 ff.

Young, J. P.: Administrative Control of Multiple-Channel Queuing Systems with Parallel Input Streams, in: Operations Research 14 (1966), S. 145 ff.

Zurmühl, R.: Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker, Berlin/Heidelberg/New York, 1965.

Lebenslauf

Geburt:	Am 4. 5. 1945 als einziges Kind des Mechanikers Hans Schläger und seiner Frau Irma, geb. Neubauer.
Schulbesuch:	Von 1951 bis 1959 Volksschule in Roßtal. Von 1959 bis 1963 Höhere Handelsschule der Stadt Nürnberg. Von 1963 bis 1966 Johannes-Scharrer-Gymnasium (Wirtschaftsgymnasium) in Nürnberg.
Studium:	Von 1966 bis 1967 Studium der Physik an der Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1967 bis 1972 Studium der Betriebswirtschftslehre an der Universität Erlangen-Nürnberg.
Berufstätigkeit:	Ab Juni 1972 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftlehre, insbesondere Unternehmensforschung von Prof. Dr. M. Meyer, Universität Erlangen-Nürnberg.